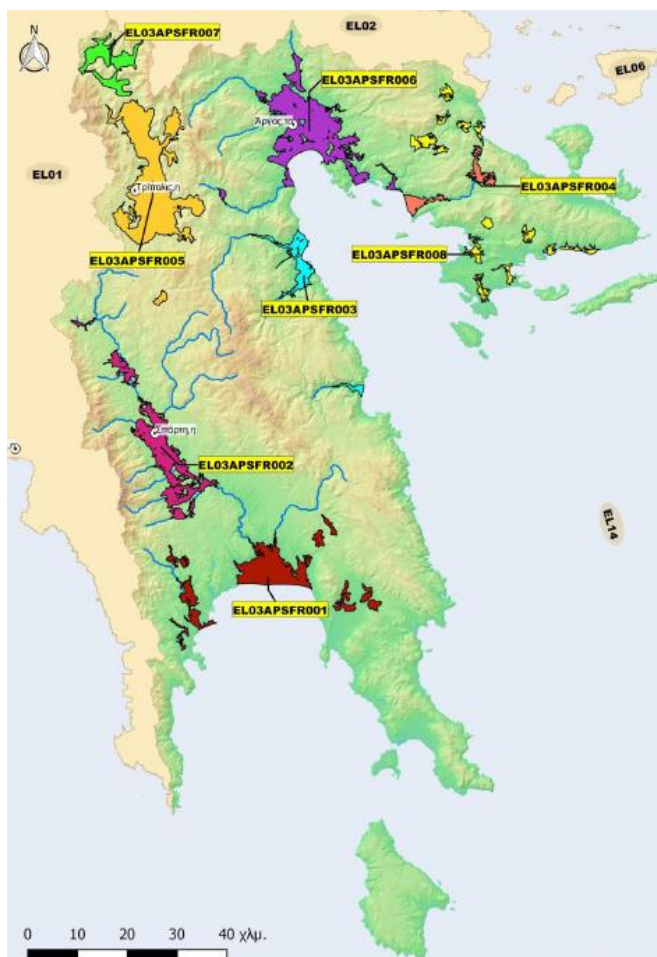




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ



1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ
ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
των Λεκανών Απορροής Ποταμών του
Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Στάδιο 1 - Παραδοτέο 4
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ
Τεχνική έκθεση



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ταμείο Συνοχής



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ: 1η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ, ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ 1ης ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ - ΚΡΗΤΗΣ

A.D.T ΩΜΕΓΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

με τον διακριτικό τίτλο: A.D.T ΩΜΕΓΑ Α.Τ.Ε.

ADVANCED ENVIRONMENTAL STUDIES ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΝΩΝΥΜΗ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ με τον διακριτικό τίτλο: ADENS Α.Ε.

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ 1ης ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4: ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Αναθεωρήσεις:

Έκδοση	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Εκδ. 1	31/07/2023	Αρχική Έκδοση
Εκδ. 2	30/09/2023	Ενσωμάτωση παρατηρήσεων / σχολίων που περιλαμβάνονται στο Φύλλο Ελέγχου της ΓΔΥ και του Τεχνικού Συμβούλου (25/09/2023)

Τεύχη και Χάρτες που συνοδεύουν το παρόν Παραδοτέο

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
	ΤΕΥΧΗ		
1	Τεχνική Έκθεση		Π04-Τ1
2	Παράρτημα 1 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Ίναχου (EL0331FR0002)		Π04-Π1
3	Παράρτημα 2 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Μαριόρεμα (EL0331FR0007)		Π04-Π2
4	Παράρτημα 3 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Δαφνών (EL0331FR0011)		Π04-Π3
5	Παράρτημα 4 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Εόβριου (EL0331FR0023)		Π04-Π4
6	Παράρτημα 5 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Ράδος (EL0331FR0033)		Π04-Π5
7	Παράρτημα 6 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Κορακοφωλιά (EL0331FR00F12)		Π04-Π6
8	Παράρτημα 7 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Βαρελά (EL0331FR00F18)		Π04-Π7
9	Παράρτημα 8 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Ρόρου (EL0331FR00F27)		Π04-Π8
10	Παράρτημα 9 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Ρεματάκι (EL0331FR00F25)		Π04-Π9
11	Παράρτημα 10 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Γιαννακάκη (EL0331FR00F33)		Π04-Π10
12	Παράρτημα 11 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Παλαιά Επίδαυρος		Π04-Π11

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
	(EL0331FR00F34)		
13	Παράρτημα 12 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Τζαμί (EL0331FR00F35)		Π04-Π12
14	Παράρτημα 13 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Ευρώτα (EL0333FR0002)		Π04-Π13
15	Παράρτημα 14 : Ταυτότητα - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Πλατύς (EL0333FR0003)		Π04-Π14
16	Παράρτημα 15 : Ταυτότητες - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Τουρκόβρυσης (EL0333FR00F41)		Π04-Π15
17	Παράρτημα 16 : Ταυτότητες - Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης Λοιπών Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος		Π04-Π16
	ΧΑΡΤΕΣ		
1	Χάρτης αριθμού καμπύλης απορροής CN _I (ξηρές προηγούμενες συνθήκες υγρασίας)	1:200.000	Π04-X1
2	Χάρτης αριθμού καμπύλης απορροής CN _{II} (μέσες προηγούμενες συνθήκες υγρασίας)	1:200.000	Π04-X2
3	Χάρτης αριθμού καμπύλης απορροής CN _{III} (υγρές προηγούμενες συνθήκες υγρασίας)	1:200.000	Π04-X3
4	Χάρτης απεικόνισης της σχηματοποίησης του υδρολογικού μοντέλου	1:200.000	Π04-X4

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΚΘΕΣΗΣ	1
1.2	ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	9
1.3	ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ	10
1.4	ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ	11
1.5	ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1 ^ο ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ	12
2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΕΞΑΓΩΓΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	15
2.1	ΓΕΝΙΚΑ	15
2.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	17
2.3	ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ	17
2.3.1	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	17
2.3.2	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	18
2.3.3	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	18
2.3.4	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ	19
2.4	ΕΞΑΓΩΓΗ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ, ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	26
3	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	38
3.1	ΓΕΝΙΚΑ	38
3.2	ΌΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	39
3.2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	39
3.2.2	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΩΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ	40
3.2.3	ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	45
3.2.4	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ	49
3.3	ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΑΙΧΜΩΝ	54
3.3.1	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΕΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	54
3.3.2	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	56
3.3.3	ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	58
3.4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΟΥ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΣ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ	61
3.4.1	ΓΕΝΙΚΑ	61

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04	Πλημμυρικά υδρογραφήματα Τεχνική Έκθεση
3.4.2	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΟΥ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΣ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ SCS-CN 62
3.5	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ 93
3.5.1	ΓΕΝΙΚΑ 93
3.5.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΣ 94
3.5.3	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ – ΒΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ 96
3.5.4	ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ 103
3.5.5	ΒΑΣΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ 107
3.5.6	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 109
3.6	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ 110
3.6.1	ΓΕΝΙΚΑ 110
3.6.2	ΜΕΘΟΔΟΣ MUSKINGUM 110
3.6.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑ MUSKINGUM 113
3.6.4	ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ 117
4	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ 119
4.1	ΓΕΝΙΚΑ 119
4.2	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ 119
4.3	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ 121
4.4	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ 122
4.4.1	ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΚΟΜΒΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ 122
4.4.2	ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ - ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 123
4.4.3	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ 123
4.4.4	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΟΜΟΙΩΜΑ 126
4.4.5	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 137
4.4.6	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ -ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ 139
4.4.7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ 141
4.5	ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ 1ΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΤΩΝ ΣΔΚΠ 151
4.5.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ 151
4.5.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ 159
4.5.3	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ 174
5	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ 177

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Ίναχου (EL0331FR0002)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Μαριόρεμα (EL0331FR0007)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Δαφνών (EL0331FR0011)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Ξόβριου (EL0331FR0023)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Ράδος (EL0331FR0033)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Κορακοφωλιά (EL0331FR00F12)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Βαρελά (EL0331FR00F18)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Ρόρου (EL0331FR00F27)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Ρεματάκι (EL0331FR00F25)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Γιαννακάκη (EL0331FR00F33)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 11:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Παλαιά Επίδαυρος (EL0331FR00F34)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 12:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Τζαμί (EL0331FR00F35)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 13:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Ευρώτα (EL0333FR0002)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 14:	Ταυτότητα – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής π. Πλατύς (EL0333FR0003)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 15:	Ταυτότητες – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης λεκάνης απορροής ρ. Τουρκόβρυσης (EL0333FR00F41)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 16:	Ταυτότητες – Στοιχεία και Αποτελέσματα Υδρολογικής Ανάλυσης Λοιπών Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1 : Υπολεκάνες, κόμβοι συμβολών και εκβολής του π. Ευρώτα στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	15
Σχήμα 2.2: Παράδειγμα κωδικοποίησης υπολεκανών απορροής του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	19
Σχήμα 2.3: Υδατορέματα, Λεκάνες Απορροής και Υπολεκάνες Απορροής του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)...	25
Σχήμα 3.1 : Χωρική κατανομή παραμέτρου «η» για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	47
Σχήμα 3.2 : Χωρική κατανομή παραμέτρου «β» για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	48
Σχήμα 3.3 : Χωρική κατανομή παραμέτρου «λ» για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	49
Σχήμα 3.4: Γεωγραφική κατανομή σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή σημειακών όμβριων καμπυλών στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).	51
Σχήμα 3.5: Θεωρητικές και εμπειρικές κατανομές μέγιστων εντάσεων βροχογράφων και βροχομέτρων σε κλίμακα (ανάλογα με τα διαθέσιμα δείγματα) σε χαρακτηριστικές θέσεις σταθμών του ΥΔ 03: Βούρβουρα, Άργος, Μολάοι και Σπάρτη. Οι εμπειρικές κατανομές των εντάσεων απεικονίζονται για λόγους σύγκρισης με βάση δύο προσεγγίσεις (α) τις Κ-ροπές και (β) τη σχέση (2.34).	54
Σχήμα 3.6 : Παράδειγμα εκτίμησης τιμής παραμέτρου λ στο επίπεδο λεκάνης απορροής.	56
Σχήμα 3.7 : Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής (Areal reduction factor).....	57
Σχήμα 3.8 : Υετογράφημα σχεδιασμού με τη μέθοδο των εναλλασσόμενων block	60
Σχήμα 3.9 : Υετογράφημα σχεδιασμού με τη μέθοδο της δυσμενέστερης διάταξης	61
Σχήμα 3.10 : Αθροιστικό ολικό και ενεργό ύψος βροχής με χρονική κατανομή δυσμενέστερης διάταξης	63
Σχήμα 3.11 : Μεταβολή του CN για διαφορετικές συνθήκες αρχικής υγρασίας.	66
Σχήμα 3.12: Κάλυψη εδάφους κατά Corine 2018 στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	68
Σχήμα 3.13: Εδαφικοί τύποι στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	69
Σχήμα 3.14 Κατανομή CN _{II} (αρχικές μέσες συνθήκες υγρασίας) στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	70
Σχήμα 3.15 Κατανομή CN _I (αρχικές ξηρές συνθήκες υγρασίας) στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	71
Σχήμα 3.16 Κατανομή CN _{III} (αρχικές υγρές συνθήκες υγρασίας) στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	72
Σχήμα 3.17: Χωροθέτηση καμένων εκτάσεων στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου EL03 (περίοδος 2016-2022).....	74
Σχήμα 3.18: Απεικόνιση % αλλαγών CN _{II} (μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας) σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) σε επίπεδο λεκανών απορροής	91
Σχήμα 3.19: Απεικόνιση % αλλαγών CN _{II} (μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας) σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) σε επίπεδο υπολεκανών απορροής	92
Σχήμα 3.20: Διαφοροποίηση σχήματος Συνθετικού Μοναδιαίου Υδρογραφήματος για μέσες υδρολογικές συνθήκες	96
Σχήμα 3.21 : Συσχέτιση χρονικού βήματος και έκτασης της λεκάνης (Maniak, 1997).....	103
Σχήμα 3.22 : Αδιαστατοποιημένο ΣΜΥ κατά SCS.	105
Σχήμα 3.23: Κύριοι υδρομετρικοί σταθμοί ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου, που αξιολογήθηκαν στο πλαίσιο της ερευνητικής έκθεσης των Μαμάση κ.ά. (2019).....	108
Σχήμα 3.24: Παροχή στη θέση «Σελασία» (Ευρώτας Π.) (πηγή ΔΕΗ ΑΕ)	109
Σχήμα 4.1: Περιβάλλον λογισμικού υδρολογικής ανάλυσης HEC-HMS.....	120
Σχήμα 4.2: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	130

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Σχήμα 4.3: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002	131
Σχήμα 4.4: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR003	132
Σχήμα 4.5: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR004	133
Σχήμα 4.6: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR005	134
Σχήμα 4.7: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR006	135
Σχήμα 4.8 : Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR007	136
Σχήμα 4.9: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR008	137
Σχήμα 4.10: Μεθοδολογία εργασίας.....	138
Σχήμα 4.11: Όμβριες Καμπύλες λεκάνης / υπολεκάνης ΕΛ0333FR000222	140
Σχήμα 4.12: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη	152
Σχήμα 4.13: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη	153
Σχήμα 4.14: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη	154
Σχήμα 4.15: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη	155
Σχήμα 4.16: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη	156
Σχήμα 4.17: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη	157
Σχήμα 4.18: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη	161
Σχήμα 4.19: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη	162
Σχήμα 4.20: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη	163
Σχήμα 4.21: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη	164
Σχήμα 4.22: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη	165
Σχήμα 4.23: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη	166

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Ομάδα μελέτης.....	9
Πίνακας 1.2: Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής της Γενική Διεύθυνση Υδάτων του ΥΠΕΝ	10
Πίνακας 2.1 : Στατιστικά στοιχεία των υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	20
Πίνακας 2.2 : Κωδικοποίηση των ιδιοτήτων των υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	20
Πίνακας 2.3 : Υπολεκάνες απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	21
Πίνακας 2.4: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	26
Πίνακας 2.5: Μορφομετρικά χαρακτηριστικά υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	35
Πίνακας 3.1: Σύνοψη των απλοποιημένων συναρτησιακών σχέσεων όμβριων καμπυλών και των παραμέτρων τους, για ένταση βροχής x , χρονική κλίμακα k και περίοδο επαναφοράς T	44
Πίνακας 3.2: Σημειακές τιμές παραμέτρων $\alpha, \eta, \xi, \lambda, \beta$ μοντέλου όμβριων καμπυλών για τις θέσεις βροχογράφων στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).	52
Πίνακας 3.3: Σημειακές τιμές παραμέτρων της συνάρτησης κατανομής της έντασης μέγιστης βροχής σε κλίμακα 24 h από τα διαθέσιμα βροχόμετρα στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).	52
Πίνακας 3.4: Αριθμοί καμπύλης απορροής CN για προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II.....	67
Πίνακας 3.5: Τελική αξιολόγηση του βαθμού επίδρασης της πυρκαγιάς και εκτίμηση μεταβολής του συντελεστή CN στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)	76
Πίνακας 3.6: Αριθμοί καμπύλης CN (Curve Number) για όλες τις αρχικές συνθήκες υγρασίας σε επίπεδο υπολεκάνης απορροής.....	78
Πίνακας 3.7: Τιμές και μεταβολές αριθμών καμπύλης CN _{II} για μέσες συνθήκες υγρασίας σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ σε επίπεδο λεκανών απορροής	83
Πίνακας 3.8: Τιμές και μεταβολές αριθμών καμπύλης CN _{II} για μέσες συνθήκες υγρασίας σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ σε επίπεδο υπολεκανών απορροής	84
Πίνακας 3.9 : Διάρκεια υετογραφήματος καταιγίδας για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	98
Πίνακας 3.10: Υπολογισμός τετμημένων λείου μοναδιαίου υδρογραφήματος της SCS.	105
Πίνακας 3.11 : Υδρομετρικοί σταθμοί από τους οποίους συλλέχθηκαν δεδομένα.....	109
Πίνακας 4.1 : Κωδικοί λεκανών/υπολεκανών μαθηματικού ομοιώματος Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).....	126
Πίνακας 4.2: «Ταυτότητα» υπολεκάνης EL0333FR000222	139
Πίνακας 4.3: Συνοπτικός τρόπος υπολογισμού των παραμέτρων των ταυτοτήτων κάθε λεκάνης/υπολεκάνης απορροής.....	140
Πίνακας 4.4: Παροχές αιχμής, ύψος βροχής, και διάρκεια βροχής για τις λεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος (EL03) για μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας και για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000 έτη	142
Πίνακας 4.5: Παροχές αιχμής, ύψος βροχής, και διάρκεια βροχής για τις υπολεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος (EL03) για μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας και για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000 έτη	144
Πίνακας 4.6: Σύγκριση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50,100 και 1000 έτη σε επίπεδο λεκανών απορροής.....	158

Πίνακας 4.7: Σύγκριση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔH) για $T=50, 100$ και 1000 έτη σε επίπεδο υπολεκανών απορροής.....	168
Πίνακας 4.8: Ποσοστά λεκανών απορροής με θετική μεταβολή – αύξηση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔH) για $T=50, 100$ και 1000	174
Πίνακας 4.9: Ποσοστά λεκανών απορροής με αρνητική μεταβολή – μείωση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔH) για $T=50, 100$ και 1000	174
Πίνακας 4.10: Ποσοστά υπολεκανών απορροής με θετική μεταβολή – αύξηση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔH) για $T=50, 100$ και 1000	174
Πίνακας 4.11: Ποσοστά υπολεκανών απορροής με αρνητική μεταβολή – μείωση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔH) για $T=50, 100$ και 1000	175

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

BHI :	British Hydrology Institute
CFL :	Courant Friedrich Levy
DEM :	Digital Elevation Model
DHI :	Danish Hydraulic Institute
DTM :	Digital Terrain Model
ETRS :	European Terrestrial Reference System
FEMA :	Federal Emergency Management Agency
GIS :	Geographical Information System
GPS :	Global Positioning System
HEC :	Hydrologic Engineering Centers
HEPOS :	Hellenic Positioning System
HMS :	Hydrologic Modelling System Centers
IDW :	Inverse Distance Weight
IED :	Industrial Emissions Directive
INSPIRE :	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IPPC :	Integrated Pollution Prevention
IUCN :	International Union for Conservation of Nature
LSO :	Large Scale Orthophoto
MDS :	Mosaic Dataset
NRCS :	Natural Resources Conservation Service
RAS :	River Analysis System
RMS :	Root Mean Square
RTK :	Real Time Kinematic
SAC :	Special Areas of Conservation
SCI :	Sites of Community Interest
SCS :	Soil Conservation Service
SPA :	Special Protection Areas
WGS :	World Geodetic System
WISE :	Water Information System For Europe
A/H :	Ατμοηλεκτρική
A/Σ :	Αντλιοστάσιο
ΑΔΜΗΕ :	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΗΣ :	Ατμοηλεκτρικός Σταθμός
ΑΠΑ :	Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία
B/Γ :	Βροχογράφος
B/M :	Βροχόμετρο
ΒΕΠΕ :	Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές Περιοχές
ΒΠΕ :	Βιομηχανικές Περιοχές
ΓΑΤ :	Γενική Ακραίων Τιμών
ΓΓΦΠΥ :	Γενική Γραμματεία Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων
ΓΔΥ :	Γενική Διεύθυνση Υδάτων
ΓΠΣ :	Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

ΓΥΣ :	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
ΔΔ :	Δημοτικό Διαμέρισμα
ΔΕ :	Δημοτική Ενότητα
ΔΜΚΘ :	Διεύθυνση Μελετών Κατασκευών Υδροηλεκτρικών Έργων
ΔΥΗΠ :	Διεύθυνση Υδροηλεκτρικής Παραγωγής
ΕΑΑ :	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
ΕΑΓΜΕ :	Ελληνική Αρχή Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών
ΕΓΣΑ :	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς
ΕΓΥ :	Ειδική Γραμματεία Υδάτων
ΕΕ :	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΛ :	Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
ΕΖΔ :	Ειδική Ζώνη Διαχείρισης
ΕΚ :	Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
ΕΛΓΑ :	Οργανισμός Ελληνικών Γεωργικών Ασφαλίσεων
ΕΛΣΤΑΤ :	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΜΥ :	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
ΕΟ :	Εθνική Οδός
ΕΠΑΚΠ :	Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
ΕΣΥΕ :	Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος
ΕΤΥΜΠ :	Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας
ΕΧΠ :	Εθνικά Χωροταξικά Πλαίσια
ΕΧΣ :	Ειδικά Χωρικά Σχέδια
ΖΔΥΚΠ :	Ζώνη Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας
ΖΕΠ :	Ζώνη Ειδικής Προστασίας
ΖΟΕ :	Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου
Η/Μ :	Ηλεκτρομηχανολογικός
ΙΓΜΕ :	Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών
ΙΤΥΣ :	Ιδιαίτερος τροποποιημένο υδατικό σύστημα
ΚΑΖ :	Καταφύγιο Αδέσποτων Ζώων
ΚΠΣ :	Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης
ΚΠΣ :	Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης
ΚΥΑ :	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΚΥΤ :	Κέντρο Υπερυψηλής Τάσης
ΛΑΓΗΕ :	Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΛΑΠ :	Λεκάνη Απορροής Ποταμού
ΜΥ :	Μοναδιαίο Υδρογράφημα
Ν. :	Νόμος
ΝΕΟ :	Νέα Εθνική Οδός
ΝΣΓ :	Νέα Σιδηροδρομική Γραμμή
Ο/Φ :	Ορθοφωτοχάρτης
ΟΤ :	Οικοδομικό Τετράγωνο
ΟΤΑ :	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΑΚΠ :	Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνου Πλημμύρας
ΠΔ :	Προεδρικό Διάταγμα

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

ΠΕ :	Περιφερική Ενότητα
ΠΕΟ :	Παλαιά Εθνική Οδός
ΠΟΤΑ :	Περιοχή Ολοκληρωμένης Τουριστικής Ανάπτυξης Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου
ΠΠΧΣΑΑ :	Ανάπτυξης
ΣΓ :	Σιδηροδρομική Γραμμή
ΣΓΠ :	Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών
ΣΔΚΠ :	Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
ΣΧΟΟΑΠ :	Σχέδιο Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοιχτών Πόλεων
ΤΟΕΒ :	Τοπικός Οργανισμός Εγγείων Βελτιώσεων
ΤΥΣ :	Τεχνητό Υδατικό Σύστημα
ΤΧΣ :	Τοπικά Χωρικά Σχέδια
Υ/Η :	Υδροηλεκτρική
ΥΑΣ :	Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων
ΥΔ :	Υδατικό Διαμέρισμα
ΥΠΑΑΤ :	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
ΥΠΑΝ :	Υπουργείο Ανάπτυξης
ΥΠΓΕ :	Υπουργείο Γεωργίας
ΥΠΕΚΑ :	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και κλιματικής αλλαγής
ΥΠΕΝ :	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΥΠΕΧΩΔΕ :	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
ΥΠΟΜΕΔΙ :	Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων
Φ/Β :	Φωτοβολταϊκό
Φ/Χ :	Φύλλο Χάρτη
ΦΕΚ :	Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως
ΧΑΔΑ :	Χώρος Υγειονομικής Διάθεσης Απορριμμάτων
ΧΔΒΑ :	Χώρος Διάθεσης Βιομηχανικών Αποβλήτων

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο έκθεσης

Σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 177772/924/2017 (ΦΕΚ 2140/Β'/22.06.2017) και ισχύει, έχει ολοκληρωθεί ο 1ος κύκλος εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, ο οποίος περιλαμβάνει την Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας, τους Χάρτες Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας και τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας.

Στο πλαίσιο του 2ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας, έχει ολοκληρωθεί η 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας σε επίπεδο χώρας (άρθ. 4, 5 και 14 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ & άρθ. 4 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως ισχύει), έχουν αξιολογηθεί οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και έχουν προσδιορισθεί οι αναθεωρημένες Ζώνες Δυσνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.

Το έργο: «1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας» υποδιαιρείται σε πέντε (5) επιμέρους τμήματα, τα οποία είναι τα παρακάτω:

Τμήμα 1: 1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής, Βόρειας και Ανατολικής Πελοποννήσου και Κρήτης

Τμήμα 2: 1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας

Τμήμα 3: 1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

Τμήμα 4: 1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων Ηπείρου, Δυτικής Στερεάς και Θεσσαλίας

Τμήμα 5: 1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Νήσων Αιγαίου (Βορείου και Νοτίου Αιγαίου)

Με την από 23/02/2022 απόφαση (ΥΠΕΝ/ΔΣΔΥΥ/15887/99, ΑΔΑ ΨΜΗΥ4653Π8-50Β, ΑΔΑΜ: 22ΑWRD010105882) του Υπηρεσιακού Γραμματέα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας κατακυρώθηκε το αποτέλεσμα της σχετικής διαγωνιστικής διαδικασίας και ανατέθηκε το έργο παροχής υπηρεσιών: «1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας, υπόεργα 1-5», **Τμήμα 1 «1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής, Βόρειας και Ανατολικής Πελοποννήσου και Κρήτης»** (με κωδικό πράξης MIS 5051042 και ενάριθμο έργου 2020ΣΕ27510072, ενταγμένο στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη 2014-2020») στην «Κοινοπραξία 1ης Αναθεώρησης Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Πελοποννήσου – Κρήτης».

Η Κοινοπραξία 1^{ης} Αναθεώρησης Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Πελοποννήσου – Κρήτης αποτελείται από την ένωση των κάτωθι οικονομικών φορέων:

- **A.D.T ΩΜΕΓΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ με τον διακριτικό τίτλο: A.D.T ΩΜΕΓΑ Α.Τ.Ε.**
- **ADVANCED ENVIRONMENTAL STUDIES ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΝΩΝΥΜΗ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ με τον διακριτικό τίτλο: ADENS Α.Ε.**

Αντικείμενο του έργου: «1^η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας» κατ' εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, όπως ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με την Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010 και ισχύει, είναι:

1. Η βελτίωση των τοπογραφικών δεδομένων του εδάφους και παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας τουλάχιστον στις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο καθώς και σε ζώνες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου, όπως αυτές προέκυψαν από τους χάρτες αποτίμησης επιπτώσεων πλημμύρας του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και περιγράφονται στο αντίστοιχο Μέτρο των ΣΔΚΠ.
2. Η κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνων Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.
3. Η κατάρτιση Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνων Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.
4. Η κατάρτιση της 1ης Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας, σύμφωνα με το άρθρο 7 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και τα άρθρα 6 και 7 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010 με βασικό στόχο την μείωση των δυνητικών αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα.
5. Η σύνταξη της σχετικής Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων σύμφωνα με την υπ. αριθ. ΕΥΠΕ/οικ.107017/2006 Κοινή Υπουργική Απόφαση «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ "σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων" του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001» (Β'1225), όπως τροποποιήθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση οικ. 40238/2017 (Β'3759).
6. Η μέριμνα ώστε η 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (ΠΑΚΠ), των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (ΧΕΠ), των Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας (ΧΚΠ), των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) και οι Στρατηγικές Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) να καθίστανται διαθέσιμα στο κοινό.

7. Η προώθηση της ενεργούς συμμετοχής όλων των ενδιαφερομένων, στο πλαίσιο εφαρμογής του άρθρου 10 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, καθώς και ο συντονισμός, κατά περίπτωση, της ενεργού συμμετοχής των ενδιαφερομένων στο πλαίσιο του άρθρου 14 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
8. Η ανάρτηση των αποτελεσμάτων της 1ης Αναθεώρησης των ΧΕΠ, ΧΚΠ και ΣΔΚΠ στο ηλεκτρονικό σύστημα WISE (Water Information System for Europe), σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος.
9. Η ανάρτηση όλων των παραγόμενων δεδομένων της 1ης Αναθεώρησης (2ος κύκλος εφαρμογής Οδηγίας 2007/60/ΕΚ) στον ιστότοπο <https://floods.ypeka.gr/> και στις βάσεις δεδομένων της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος & Υδάτων, στις σχετικές ιστοσελίδες του ΥΠΕΝ και όπου αλλού απαιτηθεί από την Γενική Διεύθυνση Υδάτων καθώς και η λειτουργία και συντήρηση αυτών.

Για την υλοποίηση των ανωτέρω λαμβάνονται υπόψη:

- Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/ΕΚ για την Αξιολόγηση και τη Διαχείριση των Κινδύνων Πλημμύρας.
- Η Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/2010 (ΦΕΚ Β' 1108/21.07.2010), περί Αξιολόγησης και διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ «για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας», του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2007», με την οποία έχει ενσωματωθεί η Οδηγία 2007/60/ΕΚ στο Εθνικό Δίκαιο.
- Η ΚΥΑ 177772/924 (ΦΕΚ Β' 2140/22.06.2017), περί Τροποποίησης της υπ' αριθμό 31822/1542/2010 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1108).
- Η Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ, η οποία θέτει το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθή διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων.
- Ο Ν. 3199/2003 (ΦΕΚ 280/Α/9.12.2003) «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000», με τον οποίο και με τις κανονιστικές του πράξεις, κατ' εξουσιοδότηση αυτού, εναρμονίζεται το εθνικό δίκαιο προς τις διατάξεις της Οδηγίας.
- Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας και της Λεκάνης Απορροής π. Έβρου καθώς επίσης και το σύνολο των παραδοτέων των μελετών με τις οποίες καταρτίστηκαν τα ΣΔΚΠ (<https://floods.ypeka.gr/index.php>).
- Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (1η Αναθεώρηση) των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας (<http://wfdver.ypeka.gr/el/home-gr/>).
- Η 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας βάσει του άρθρου 14 της Οδηγίας, (ΥΠΕΚΑ-ΓΔΥ, 2019), και ο προσδιορισμός των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.
- Όλα τα Κείμενα Κατευθυντήριων Γραμμών (Guidance Documents) για κύρια και κρίσιμα θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ για τις πλημμύρες, που έχουν εκδοθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, τα οποία βρίσκονται στην ακόλουθη ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>.
- Πληροφορίες από άλλες σχετικές μελέτες ή έργα, οι οποίες εκπονούνται ή έχουν εκπονηθεί, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, από εμπλεκόμενες Υπηρεσίες, Φορείς και Εκπαιδευτικά

Ιδρύματα της χώρας καθώς και τα διαθέσιμα δεδομένα από εθνικές πλατφόρμες και βάσεις δεδομένων.

- Τα αποτελέσματα αξιολόγησης από την ΕΕ των εγκεκριμένων Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων αξιολογήσεων της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και των Χαρτών Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας, καθώς και οποιεσδήποτε συστάσεις της ΕΕ για την κατάρτιση της 1ης Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- Πρακτικές εφαρμογής, από άλλα Κράτη Μέλη της ΕΕ, με μεγαλύτερη εμπειρία και τεχνογνωσία σε θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ

Το έργο: «1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας» υλοποιείται σε 2 Στάδια ως εξής:

Στάδιο 1

- I. Βελτίωση των τοπογραφικών δεδομένων του εδάφους και παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας τουλάχιστον στις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο καθώς και σε ζώνες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου, όπως αυτές προέκυψαν από τους χάρτες αποτίμησης επιπτώσεων πλημμύρας του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και περιγράφονται στο αντίστοιχο Μέτρο των ΣΔΚΠ.
- II. Κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιορισθεί στην 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και δημοσιοποίησή τους
- III. Κατάρτιση Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιορισθεί στην 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και δημοσιοποίησή τους
- IV. Συμπλήρωση και υποβολή των βάσεων δεδομένων του ΕΟΠ σχετικών με την 1η Αναθεώρηση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας.
- V. Επικαιροποίηση, λειτουργία και συντήρηση διαδικτυακού ιστοτόπου (<https://floods.ypeka.gr/>) που περιλαμβάνει γεωπύλη γεωχωρικών δεδομένων για το σύνολο των παραδοτέων και των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων.

Στάδιο 2

- I. Κατάρτιση των Προσχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας και διαμόρφωση των Προγραμμάτων Μέτρων.
- II. Κατάρτιση ΣΜΠΕ για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εφαρμογή των Προγραμμάτων Μέτρων για την επίτευξη της διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας.
- III. Δημοσιοποίηση των Προσχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας και των Στρατηγικών Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, διαβούλευση με το κοινό και αξιολόγηση/ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων της διαβούλευσης.
- IV. Οριστικοποίηση 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ και δημοσιοποίησή τους.

- V. Συμπλήρωση και υποβολή των βάσεων δεδομένων του ΕΟΠ σχετικά με την 1η Αναθεώρηση των ΣΔΚΠ.
- VI. Ενημέρωση των γεωχωρικών δεδομένων και ιστοτόπων.

Τα αντίστοιχα Παραδοτέα του έργου ανά Στάδιο είναι τα παρακάτω:

Στάδιο 1

Παραδοτέο 1: Παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας στις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο καθώς και σε ζώνες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου, όπως αυτές προέκυψαν από τους χάρτες αποτίμησης επιπτώσεων πλημμύρας του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και περιγράφονται στο αντίστοιχο Μέτρο των ΣΔΚΠ

Παραδοτέο 2: Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας.

Παραδοτέο 3: Έκθεση αυτοψιών στις θέσεις όπου έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν σημαντικές πλημμύρες αλλά δεν συμπεριλαμβάνονται στις ΖΔΥΚΠ.

Παραδοτέο 4: Πλημμυρικά Υδρογραφήματα.

Παραδοτέο 5: Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας.

Παραδοτέο 6: Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας – Κείμενα με βάση τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων στην ΕΕ.

Παραδοτέο 7: Χάρτες Κινδύνων Πλημμύρας.

Παραδοτέο 8: Χάρτες Κινδύνων Πλημμύρας – Κείμενα με βάση τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων στην ΕΕ.

Παραδοτέο 9: Επικαιροποίηση διαδικτυακής πύλης από τον Ανάδοχο με ανάρτηση των κειμένων και χαρτών της παρούσας σύμβασης

Στάδιο 2

Παραδοτέο 10: Κατάλογος Αρμόδιων Αρχών.

Παραδοτέο 11: Προσχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα.

Παραδοτέο 12: Προσχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα (μη Τεχνική Έκθεση)

Παραδοτέο 13: Έκθεση επίδρασης κλιματικής αλλαγής στην Αξιολόγηση και διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας

Παραδοτέο 14: Πρόγραμμα διαβούλευσης ανά Υδατικό Διαμέρισμα.

Παραδοτέο 15: Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ανά Υδατικό Διαμέρισμα.

Παραδοτέο 16: Έκθεση Αποτελεσμάτων Διαβούλευσης.

Παραδοτέο 17: Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα.

Παραδοτέο 18: Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα – Κείμενα με βάση τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων στην ΕΕ.

Παραδοτέο 19: Μετάφραση στην Αγγλική γλώσσα των περιληπτικών αναφορών των μεθοδολογιών και των αποτελεσμάτων των μελετών των Παραδοτέων, όπου προβλέπονται.

Παραδοτέο 20: Ενημέρωση των γεωχωρικών δεδομένων και ιστοτόπων από τον Ανάδοχο με ανάρτηση των κειμένων και χαρτών της παρούσας σύμβασης καθώς και καταχώρηση των σχολίων από τους συμμετέχοντες στη διαβούλευση.

Παραδοτέο 21: Εκπαίδευση των στελεχών της Α.Α. καθώς και των Δ/νσεων Υδάτων της Απ. Διοίκησης σε όλα τα αντικείμενα των παραδοτέων (μοντέλα, μεθοδολογίες κλπ).

Παραδοτέο 22: Παράδοση ανά σύμβαση ενός Η/Υ στην Α.Α. και ενός ανά Υ.Δ. στην αρμόδια και συναρμόδια Δ/νση Υδάτων, που θα περιλαμβάνουν το σύνολο των παραδοτέων συμπεριλαμβανομένων πάσης φύσεως μοντέλων, υπολογισμών, δεδομένων εισόδου και αποτελεσμάτων, γεωχωρικής πληροφορίας κτλ. σε ψηφιακή επεξεργάσιμη μορφή καθώς και τις αναθεωρημένες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.

Παραδοτέο 23: Έκθεση μεγάλων πλημμυρικών συμβάντων που έλαβαν χώρα στο Υδατικό Διαμέρισμα, στην οποία θα καταγράφονται τα πλημμυρικά συμβάντα, η έκταση της πλημμύρας και το μέγεθος πιθανών ζημιών/απωλειών που προήλθαν από αυτή, τα πιθανά αίτια καθώς και θα διατυπώνονται από τον Ανάδοχο συγκεκριμένες προτάσεις για τη διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας.

Σκοπός της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ είναι η θέσπιση διαχειριστικών μέτρων και η εφαρμογή αυτών με στόχο τη μείωση των κινδύνων πλημμύρας και το μετριασμό των επιπτώσεων αυτών στην ανθρώπινη υγεία, τις οικονομικές δραστηριότητες, το περιβάλλον και την πολιτιστική κληρονομιά. Σύμφωνα με την ΚΥΑ Η.Π. 31822/542/Ε103/2010 (ΦΕΚ Β' 1108/21.07.2010), όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, η γεωγραφική μονάδα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και διαχείριση κινδύνων πλημμύρας είναι η Περιοχή Λεκάνης Απορροής Ποταμού ή αλλιώς το Υδατικό Διαμέρισμα.

Το παρόν Τεύχος αναφέρεται στο Υδατικό Διαμέρισμα της Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03). Το 1^ο Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) έχει εγκριθεί με την Απόφαση Αρ. ΥΠΕΝ/ΓρΕΓΥ/41364/324 και έχει δημοσιευθεί στο ΦΕΚ 2692/Β/06-07-2018.

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση με τα Παραρτήματα που τη συνοδεύουν αποτελεί το **Παραδοτέο 4** του 1^{ου} Σταδίου της «1^{ης} Αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)» με τίτλο: «**Πλημμυρικά Υδρογραφήματα (Τεχνική έκθεση και αναλυτικά αποτελέσματα)**».

Για την εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της σχετικής Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 177772/924/2017 (ΦΕΚ 2140/Β'/22.06.2017) και ισχύει, στο **Παραδοτέο 4** προβλέπεται η ανάλυση των ακόλουθων σεναρίων:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται στην παρούσα ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 50 χρόνια,
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται στην παρούσα ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια και
- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται στην παρούσα ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 1.000 χρόνια.

Επίσης, λαμβάνεται υπόψη η πιθανή επίδραση των κλιματικών μεταβολών στη συχνότητα επέλευσης συμβάντων πλημμύρας, που πραγματοποιείται με την εξέταση της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής (ενδεικτική περίοδος επαναφοράς 10.000 χρόνια) σε επιλεγμένους ανά Υδατικό Διαμέρισμα, κατόπιν αξιολόγησης, ποταμούς, ρέματα και χειμάρρους.

Για την παραγωγή των υδρογραφημάτων στο συγκεκριμένο **Παραδοτέο 4** απαιτείται:

- η παραγωγή των υετογραφημάτων καταιγίδας για την ανάντη λεκάνη απορροής
- η εκτίμηση της ενεργού βροχόπτωσης στην λεκάνη απορροής και
- η κατάρτιση των σχετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων.

Οι προδιαγραφές για τις ενέργειες αυτές περιγράφονται συνοπτικά στις κάτωθι παραγράφους και στα επόμενα Κεφάλαια αναλύονται διεξοδικά:

• Υετογραφήματα καταιγίδας

Για την κατάρτιση των υετογραφημάτων για καταιγίδες με τις προαναφερθείσες περιόδους επαναφοράς, η διάρκεια βροχής λαμβάνεται ως πολλαπλάσιο του χρόνου συγκέντρωσης της ανάντη λεκάνης απορροής. Το υετογράφημα σχεδιασμού παράγεται χρησιμοποιώντας τις σχετικές όμβριες καμπύλες της περιοχής και με βάση:

- τη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ (alternating block method) [Chow et al., 1988, σ. 466] για πλημμύρες μέσης και υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, ήτοι με περιόδους επαναφοράς 50 και 100 χρόνια και
- της δυσμενέστερης διάταξης (worst profile) του υετογραφήματος σχεδιασμού [U.S. Department of the Interior, 1977, σ. 817· Koutsoyiannis, 1994] για πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, ήτοι με περιόδους επαναφοράς 1.000 και 10.000 χρόνια.

Στη συνέχεια τα σημειακά ύψη βροχής κάθε διάρκειας ανάγονται σε επιφανειακά, με τη χρήση κατάλληλων μειωτικών συντελεστών και με βάση την έκταση της λεκάνης, ώστε να είναι αντιπροσωπευτικά της χωρικής μεταβλητότητας του φαινομένου [Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999, Υδρολογική Μελέτη Ισχυρών Βροχοπτώσεων στη Λεκάνη του Κηφισού, 2010].

Στην παραγωγή των πλημμυρικών υδρογραφημάτων χρησιμοποιούνται οι αναθεωρημένες όμβριες καμπύλες όπως αυτές παρήχθησαν κατά τον παρόντα κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ.

- **Ενεργές βροχοπτώσεις**

Από τις συνολικές επιφανειακές βροχοπτώσεις αφαιρούνται οι υδρολογικές απώλειες, προκειμένου να προκύψουν οι ενεργές βροχοπτώσεις. Προβλέπεται η χρήση της εμπειρικής μεθόδου SCS που βασίζεται στον αριθμό καμπύλης απορροής (runoff Curve Number) CN [Soil Conservation Service, 1972].

Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι χάρτες εκτίμησης του CN που έχουν καταρτιστεί στον παρόντα κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ σε κατά τόπους ομοιογενείς περιοχές. Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών σε επίπεδο λεκανών και κυρίων υπολεκανών απορροής (κλίμακα τάξης 1:50.000).

- **Μοναδιαίο υδρογράφημα**

Εφόσον διατίθενται στοιχεία πλημμυρογραφημάτων και σχετικών βροχογραφημάτων, το μοναδιαίο υδρογράφημα μπορεί να εξαχθεί με βάση δεδομένα μετρήσεων στη διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων με μια από τις καθιερωμένες μεθόδους. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις καταρτίζεται συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης, με βάση τα γεωμορφολογικά και λοιπά χαρακτηριστικά της λεκάνης. Η αβεβαιότητα στην εκτίμηση διαφόρων χαρακτηριστικών μεγεθών (π.χ. χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης) αντιμετωπίζεται λαμβάνοντας υπόψη την πλέον πιθανή τιμή τους, καθώς και τους συνδυασμούς που παράγουν πιθανά εντονότερα ή ηπιότερα μοναδιαία υδρογραφήματα (όχι όμως τα πλέον ακραία).

- **Βασική ροή**

Στην πλημμυρική παροχή που προκύπτει από επαλληλία της ενεργού βροχόπτωσης για την συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς και του μοναδιαίου υδρογραφήματος προστίθενται (σε ποταμούς με συνεχή ροή) οι λοιπές συνιστώσες της απορροής (κατά κανόνα η βασική ροή ή και η απορροή από τήξη χιονιού), ώστε να εξαχθεί το τελικό υδρογράφημα σχεδιασμού εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο

- **Πλημμυρικά υδρογραφήματα**

Με βάση τα παραπάνω παράγονται, για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, 100 και 1000έτη, τα πλημμυρικά υδρογραφήματα σε επιμέρους λεκάνες απορροής ανάντη των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου και συντίθενται μεταξύ τους.

Για την παραγωγή των παραπάνω υδρογραφημάτων χρησιμοποιούνται οι καλύτερες δυνατές εκτιμήσεις για τις σχετικές παραμέτρους, λαμβάνοντας υπόψη τις επικρατούσες συνθήκες όπως πρόσφατες πυρκαγιές.

Ειδικά στις περιπτώσεις όπου διατίθενται αξιόπιστοι **υδρογραφικοί σταθμοί** (σταθμοί μέτρησης παροχής – στάθμης) ανάντη των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών ή μέσα σε αυτές, καθώς και αντίστοιχοι βροχογραφικοί σταθμοί, επιλέγονται 2-3 μεγάλα πλημμυρογραφήματα με τις αντίστοιχες καταιγίδες από τους βροχογραφικούς σταθμούς προκειμένου να βαθμονομηθούν οι κατά τα ανωτέρω παράμετροι απορροής.

Στις περιπτώσεις τμημάτων ποταμών κατάντη φραγμάτων, για κάθε ένα από τα σενάρια που παρουσιάζονται στην αρχή της παραγράφου «Παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφημάτων»,

υπολογίζονται τα **υδρογραφήματα εξόδου των υπερχειλιστών** λαμβάνοντας υπόψη την ανάσχεση των ταμιευτήρων, με βάση τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των έργων. Προκειμένου για υπερχειλιστές με ρυθμιζόμενα θυροφράγματα, τα υδρογραφήματα εξόδου βασίζονται στους κανόνες λειτουργίας των θυροφραγμάτων όπως αυτοί προβλέπονται από τον κύριο του έργου. Τα υδρογραφήματα αυτά συγκρίνονται με τα υδρογραφήματα υπερχείλισης που έχουν ληφθεί υπόψη στις μελέτες των φραγμάτων προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα.

Τα δεδομένα και η μεθοδολογία για την παραγωγή των υδρογραφημάτων παρουσιάζονται στην παρούσα Τεχνική Έκθεση. Τα αποτελέσματα της σχετικής εργασίας όπως και λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία π.χ. αναλυτικοί υπολογισμοί, περιλαμβάνονται στα Παραρτήματα της παρούσης ανά λεκάνη απορροής και υπολεκάνη απορροής.

Τα δεδομένα και η μεθοδολογία για την παραγωγή των υδρογραφημάτων παρουσιάζονται στην παρούσα Τεχνική Έκθεση. Τα αποτελέσματα της σχετικής εργασίας όπως και λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία π.χ. αναλυτικοί υπολογισμοί, περιλαμβάνονται στα Παραρτήματα της παρούσης ανά λεκάνη απορροής και υπολεκάνη απορροής.

1.2 Ομάδα μελέτης

Η Κοινοπραξία της 1ης Αναθεώρησης «Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας Πελοποννήσου – Κρήτης» αποτελείται από τους ακόλουθους οικονομικούς φορείς:

- **A.D.T ΩΜΕΓΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ με τον διακριτικό τίτλο: A.D.T ΩΜΕΓΑ Α.Τ.Ε.**
- **ADVANCED ENVIRONMENTAL STUDIES ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΝΩΝΥΜΗ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ με τον διακριτικό τίτλο: ADENS Α.Ε.**

Η ομάδα μελέτης, παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1.1: Ομάδα μελέτης

ADT ΩΜΕΓΑ Α.Τ.Ε.	
Χαράλαμπος Ανδρικόπουλος	Πολιτικός Μηχανικός, MSc
Κωνσταντίνος Νικολάου	Πολιτικός Μηχανικός, MSc
Αννέτα Ζερβού	Πολιτικός Μηχανικός, MSc
Ιωάννης Κασούνης	Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, MSc
Αθανασία Αργυροπούλου	Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός
Χρήστος Μπουρούνης	Γεωλόγος, MSc
Παναγιώτης Καψάλης	Οικονομολόγος, MSc
Βασιλική Μπούρα	Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, MSc
Κωνσταντίνος Χαβδούλας	Πολιτικός Μηχανικός
Σωτηρία Τσαντίλα	Μηχανικός Περιβάλλοντος, MSc
Χριστόφορος Σκούταρης	Μηχανικός Χωροταξίας και Ανάπτυξης, MSc

ADENS A.E.	
Παναγιώτα Στυλιανή Καϊμάκη	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Ελένη Γκουβάτσου	Πολιτικός Μηχανικός, Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc, DIC
Ιωάννης Μουλατσιώτης	Γεωλόγος, Υδρογεωλόγος, MSc
Παρασκευή Ναλμπάντη	Δασολόγος
Κωνσταντίνος Γρίβας	Γεωπόνος, MSc
Γεώργιος Τσαγκαράκης	Χημικός Μηχανικός, MSc
Ελένη Πέππα	Βιολόγος
Σωτήριος Φανουργιάκης	Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc
Βασίλης Ζήκος	Μηχανικός Χωροταξίας & Ανάπτυξης
Ιωάννα Αδάμογλου	Μηχανικός Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης
Βασίλης Παπανικολάου	Δρ. Γεωλόγος

1.3 Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής

Την Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής για το τμήμα 1 «1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής, Βόρειας και Ανατολικής Πελοποννήσου και Κρήτης» απαρτίζουν τα ακόλουθα στελέχη της Γενικής Διεύθυνσης Υδάτων του ΥΠΕΝ:

Πίνακας 1.2: Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής της Γενικής Διεύθυνση Υδάτων του ΥΠΕΝ

ΤΑΚΤΙΚΑ ΜΕΛΗ	
Αθανασίου Ελένη, ΠΕ Γεωτεχνικών με Α' βαθμό (Πρόεδρος)	Προϊσταμένη Τμήματος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος
Φωκαεύς Άννα, ΠΕ Γεωτεχνικών με Α' βαθμό	Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος
Παρδάλη Αθανασία, ΠΕ Μηχανικών με Α' βαθμό	Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος
ΑΝΑΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΜΕΛΗ	
Κουτράκης Στυλιανός, ΠΕ Γεωτεχνικών με Α' βαθμό	Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος
Παναγιωτοπούλου Γεωργία, ΠΕ Περιβάλλοντος με Α' βαθμό	Υπάλληλος στη Δ/νση Σχεδιασμού και Διαχείρισης Υπηρεσιών Υδατος
Μαρίνος Διονύσιος, ΠΕ Γεωτεχνικών με Α' βαθμό	Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος

Σημειώνεται ότι η παρακολούθηση και παραλαβή των παραδοτέων πραγματοποιήθηκε με την τεχνική υποστήριξη του Συμβούλου της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων (ΓΓΦΠΥ) σε θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, βάσει του από 01-07-2022 συμφωνητικού παροχής υπηρεσιών «Υπηρεσίες Συμβούλου Υποστήριξης της Γενικής Γραμματείας Φυσικού

Περιβάλλοντος και Υδάτων στην κατάρτιση της 1ης Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας», μεταξύ της ΓΓΦΠΥ/ΓΔΥ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και του νομικού προσώπου με την επωνυμία ΕΜΒΗΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

1.4 Δομή της Παρούσας Έκθεσης

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση έχει ως σκοπό την παρουσίαση της διαδικασίας παραγωγής των πλημμυρικών υδρογραφημάτων σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος. Η δομή της παρούσης συνοπτικά, ξεκινώντας από το παρόν Κεφάλαιο 1, έχει ως εξής:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Παρουσιάζεται το αντικείμενο του παρόντος Παραδοτέου καθώς και η ομάδα μελέτης, παρακολούθησης και παραλαβής του. Στο Κεφάλαιο 1 εξετάζονται επίσης και οι διαφοροποιήσεις του παρόντος Παραδοτέου σε σχέση με το αντίστοιχο του 1^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ.

Κεφάλαιο 2: Επεξεργασία δεδομένων – εξαγωγή χαρακτηριστικών λεκανών απορροής

Στο Κεφάλαιο 2 αφού αναλύεται η επεξεργασία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (ΨΜΕ) που χρησιμοποιήθηκε, προσδιορίζονται οι υπολεκάνες απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος και σε συνδυασμό με το ψηφιακό μοντέλο εδάφους εξάγονται και παρουσιάζονται όλα τα απαραίτητα μορφολογικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υπολεκανών, τα οποία αποτελούν προαπαιτούμενα για την παραγωγή των πλημμυρικών υδρογραφημάτων.

Κεφάλαιο 3: Εκτίμηση πλημμυρογραφημάτων

Το Κεφάλαιο 3 ουσιαστικά απαρτίζεται από τις παρακάτω ενότητες:

- Την παρουσίαση των νέων ομβρίων καμπυλών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα 1^η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η νέα αναλυτική εξίσωση σημειακής εκτιμήσεως ομβρίων καμπυλών, προσδιορίζονται οι παράμετροι της νέας αυτής εξίσωσης και απεικονίζεται η χωρική μεταβολή τους σε χάρτες.
- Γίνεται η κατάρτιση των υετογραφημάτων εκτίμησης πλημμυρικών αιχμών υλοποιώντας επιφανειακή αναγωγή των σημειακών εκτιμήσεων βροχόπτωσης. Παράλληλα γίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή ανομοιομορφίας και η χρονική κατανομή της βροχόπτωσης.
- Εκτιμάται η ενεργός βροχόπτωση δεδομένης περιόδου επαναφοράς βάσει της μεθόδου SCS-CN και γίνεται σχολιασμός των μεταβολών των τιμών του CN σε σχέση με τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ
- Γίνεται η εκτίμηση των πλημμυρογραφημάτων των γεγονότων βροχής δεδομένης περιόδου επαναφοράς αφού υπολογίζεται ο χρόνος συγκέντρωσης, η διάρκεια βροχής και το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα
- Υλοποιείται υδρολογική διόδευση πλημμυρογραφήματος γεγονότος βροχής με την μέθοδο Muskingum δεδομένης περιόδου επαναφοράς και γίνεται ο υπολογισμός των παραμέτρων της διόδευσης
- Γίνεται ο σχολιασμός και οι συγκρίσεις με τις προηγούμενες αιχμές του 1^{ου} κύκλου των ΣΔΚΠ με στόχο να αναδεικνύονται και να σχολιάζονται οι διαφοροποιήσεις στην παρούσα 1^η Αναθεώρηση

των ΣΔΚΠ. Η σύγκριση αφορά τα ύψη της βροχής σχεδιασμού και τις παροχές αιχμής για κάθε λεκάνη / υπολεκάνη. Οι αλλαγές παρουσιάζονται ως ποσοστά (%) σε σχέση με τον 1^ο κύκλο ενώ παρουσιάζονται οι μεταβολές αυτές χωρικά σε χάρτη του ΥΔ, με κατάλληλη χρωματική κλίμακα. Τέλος αναφέρονται στατιστικά στοιχεία και σύντομος σχολιασμός των μεταβολών και των αιτιών διαφοροποίησης.

Κεφάλαιο 4: Διαδικασία παραγωγής υδρογραφημάτων

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία παραγωγής υδρογραφημάτων και πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται το λογισμικό με το οποίο πραγματοποιείται η υδρολογική προσομοίωση, τα υδρολογικά σενάρια καθώς και βήμα-βήμα η δημιουργία των μοντέλων.

Κεφάλαιο 5: Βιβλιογραφία – Αναφορές

Παρουσιάζονται όλες οι πηγές από τις οποίες είτε αντλήθηκαν πληροφορίες είτε υποστήριξαν επιστημονικά την παρούσα Τεχνική Έκθεση.

Τέλος, στα **Παραρτήματα** περιλαμβάνονται οι πίνακες με τα στοιχεία των εξεταζόμενων λεκανών και υπολεκανών απορροής καθώς και τα αποτελέσματα (παροχές, πλημμυρογραφήματα κλπ) των υδρολογικών αναλύσεων του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε για όλες τις λεκάνες και υπολεκάνες απορροής.

1.5 Διαφοροποιήσεις από τον 1^ο Κύκλο Εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ

Σε σχέση με τον 1^ο Κύκλο Εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, οι κυριότερες διαφοροποιήσεις σε ότι αφορά στην διαδικασία παραγωγής των πλημμυρογραφημάτων είναι οι εξής:

- Έχουν διαφοροποιηθεί τα βροχομετρικά δεδομένα. Έχουν προστεθεί νέοι σταθμοί όπως πχ του Εθνικού Αστεροσκοπείου που δεν συμπεριλαμβάνονταν στον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ. Έχει επιμνησθεί η χρονοσειρά βροχομετρικών δεδομένων σε πολλούς από τους σταθμούς που είχαν χρησιμοποιηθεί και στον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ με τα πλέον πρόσφατα βροχομετρικά δεδομένα (έως το 2022)
- Έχει διαφοροποιηθεί η εξίσωση της όμβριας καμπύλης ως προς την μορφή και τους συντελεστές της όπως και η μεθοδολογία παραγωγής της
- Έχουν διαφοροποιηθεί το πλήθος και τα όρια των ΖΔΥΚΠ σύμφωνα με την 1η αναθεώρηση της ΠΑΚΠ σε σχέση με τον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ. Συνεπώς έχουν προστεθεί λεκάνες και υπολεκάνες απορροής που καταλήγουν στα νέα όρια των ΖΔΥΚΠ ή στις νέες ΖΔΥΚΠ σε σχέση με τον 1^ο κύκλο εφαρμογής των ΖΔΥΚΠ.
- Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους που χρησιμοποιείται στην παρούσα 1η αναθεώρηση των ΣΔΚΠ είναι το πλέον πρόσφατο της Κτηματολόγιο Α.Ε. γεωμετρικής ανάλυσης 2x2μ ενώ στον 1^ο κύκλο εφαρμογής των ΣΔΚΠ είχε χρησιμοποιηθεί το ΨΜΕ από το έργο LSO του 2007-2009 γεωμετρικής ανάλυσης 5x5μ. Συνεπώς τροποποιούνται το σύνολο των μορφολογικών στοιχείων των λεκανών και υπολεκανών απορροής που υπήρχαν από τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ.

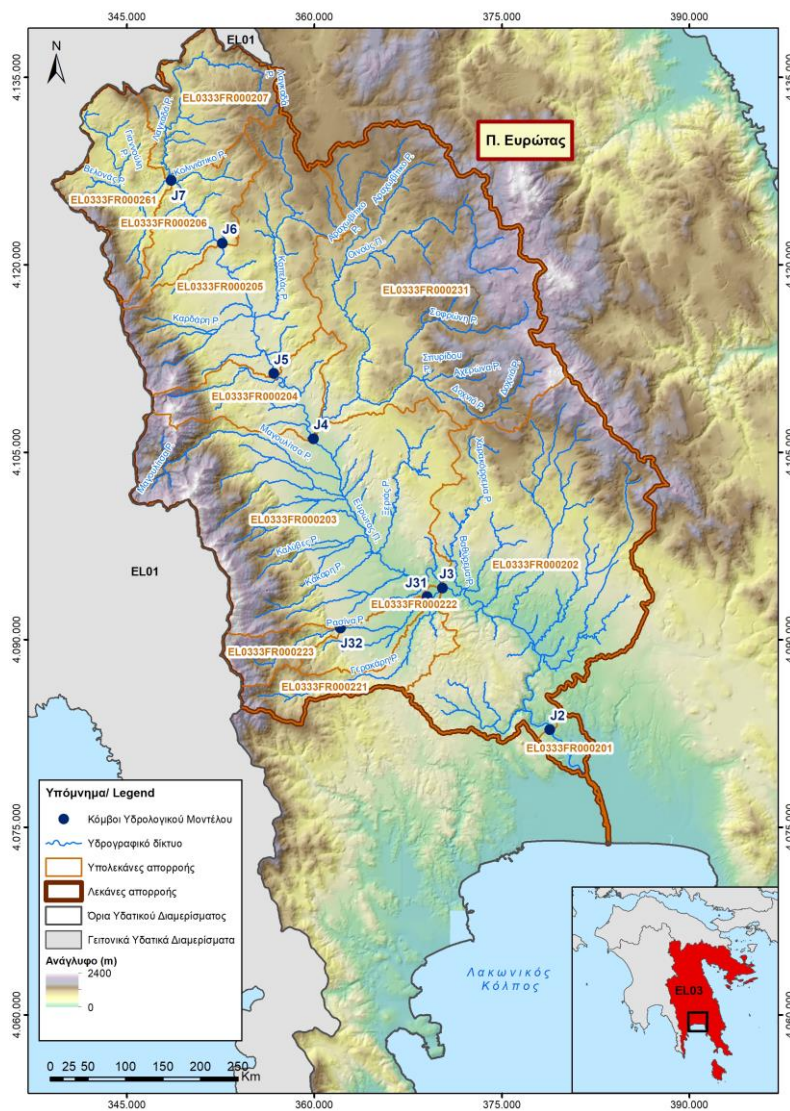
- Για τον υπολογισμό του αριθμού καμπύλης CN απαιτείται τόσο το ψηφιακό υπόβαθρο χρήσεων γης όσο και οι εδαφικοί τύποι (A, B, C, D) οι οποίοι προκύπτουν από τους υδρογεωλογικούς σχηματισμούς. Σε σχέση με τις χρήσεις γης έχουν χρησιμοποιηθεί στον παρόντα κύκλο τα πλέον πρόσφατα δεδομένα του Corine 2018 ενώ στον 1ο κύκλο των ΣΔΚΠ είχαν αντληθεί παλαιότερα στοιχεία του Corine. Επιπρόσθετα σε σχέση με τους εδαφικούς τύπους από το υδρογεωλογικό υπόβαθρο του ΙΓΜΕ, έχουν γίνει κάποιες απλοποιήσεις ως προς την μεθοδολογία υπολογισμού τους σε σχέση με τον 1ο κύκλο ΣΔΚΠ οι οποίες αναλύονται στο Παραδοτέο 02 της μελέτης με τίτλο: «Ανάλυση χαρακτηριστικών περιοχής και μηχανισμών πλημμύρας».
- Στον παρόντα κύκλο ΣΔΚΠ έχει ληφθεί υπόψη η επίδραση των πυρκαγιών επιφέροντας μεταβολές στον αριθμό καμπύλης CN σε συγκεκριμένες λεκάνες/υπολεκάνες όπως περιγράφεται αναλυτικά στην μεθοδολογία του Κεφαλαίου 7 του Παραδοτέου 02 της μελέτης με τίτλο: «Ανάλυση χαρακτηριστικών περιοχής και μηχανισμών πλημμύρας».
- Έχουν ληφθεί υπόψη στοιχεία καμπύλης στάθμης όγκου καθώς και στοιχεία λειτουργίας νέων ταμιευτήρων που δεν είχαν κατασκευαστεί ή δεν είχαν τεθεί σε λειτουργία κατά την περίοδο εξέτασης του 1ου κύκλου των ΣΔΚΠ.

2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΕΞΑΓΩΓΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

2.1 Γενικά

Για την προσομοίωση της υδρολογικής λειτουργίας μιας λεκάνης απορροής απαιτείται η κατάρτιση μαθηματικού ομοιώματος. Δεδομένα εισαγωγής του μαθηματικού ομοιώματος αποτελούν:

- Οι υπολεκάνες, η απορροή των οποίων καταλήγει σε ένα υδατόρεμα
- Οι κόμβοι, στους οποίους συμβάλλουν τα υδατορέματα των επιμέρους υπολεκανών
- Οι κόμβοι στις εκβολές των ρεμάτων σε αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη κλπ)



Σχήμα 2.1 : Υπολεκάνες, κόμβοι συμβολών και εκβολής του π. Ευρώτα στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Σε κάθε κόμβο συμβάλλουν από ανάντη ένα ή περισσότερα υδατορέματα και ο κάθε κόμβος ενώνεται προς τα κατάντη με έναν μοναδικό κόμβο. Τα πλημμυρικά υδρογραφήματα υπολογίζονται σε κάθε κόμβο του μαθηματικού ομοιώματος της λεκάνης.

Στο παρόν Κεφάλαιο αναλύεται αρχικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον διαχωρισμό των υδρολογικών λεκανών που επηρεάζουν τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου πλημμύρας, όπως αυτές προσδιορίστηκαν στο πλαίσιο του Παραδοτέου 2 «Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας» του Σταδίου 1, σε υπολεκάνες απορροής. Στη συνέχεια, γίνεται εξαγωγή και παρουσίαση των γεωμορφολογικών και άλλων παραμέτρων που είναι απαραίτητες για την προσομοίωση της υδρολογικής λειτουργίας και τη μαθηματική περιγραφή του φαινομένου μετασχηματισμού της βροχής σε απορροή. Ενδεικτικές παράμετροι που υπολογίζονται είναι το εμβαδόν της υπολεκάνης απορροής, το μέγιστο υψόμετρο, το μέσο υψόμετρο, το υψόμετρο στην έξοδο της υπολεκάνης απορροής, το μήκος της κύριας μισγάγκειας κ.λπ.

Η οργάνωση όλων των θεματικών επιπέδων, η επεξεργασία και σύνθεση τους καθώς και η εκτίμηση των διαφόρων παραμέτρων, γίνεται με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Η πλατφόρμα λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε είναι το ArcGIS της ESRI και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η εργαλειοθήκη ArcHydro Tools του προγράμματος που παρέχει εργαλεία επεξεργασίας του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους και εξαγωγής υδρολογικής πληροφορίας (λεκάνες, μισγάγκειες κλπ). Με τα εργαλεία του ArcHydro Tools αξιοποιείται το ψηφιακό μοντέλο εδάφους προκειμένου να παραχθεί το υδρολογικά οργανωμένο δίκτυο (ιεραρχημένο μαθηματικό ομοίωμα).

Τα στοιχεία που ελήφθησαν υπόψη είναι τα ακόλουθα:

- 1^η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03), (2017)
- 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, (2019)
- Χάρτες κλίμακας 1:50.000 και 1:5.000 της Γ.Υ.Σ.
- Ψηφιακά μοντέλα υψομέτρων (Digital Elevation Models, DEM) διακριτικής ικανότητας 2x2m που χορηγήθηκαν από την Κτηματολόγιο Α.Ε.
- Ψηφιακές Ορθοφωτογραφίες Μεγάλης Κλίμακας (LSO) που χορηγήθηκαν από την Κτηματολόγιο Α.Ε.
- Δορυφορικές εικόνες που διατίθενται ελεύθερα στο διαδίκτυο (Google Earth)
- Μελέτες και ερευνητικές εργασίες που αφορούν την περιοχή μελέτης
- Συσκέψεις και μεθοδολογικά κείμενα που χορηγήθηκαν από την Υπηρεσία και τον Τεχνικό Σύμβουλο

Όλα τα αποτελέσματα της εργασίας οργανώθηκαν σε Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που απορρέουν από το Ν.3882/2010 (ΦΕΚ166/Α/22.09.2010) που αφορά στην εναρμόνιση με την Οδηγία 2007/2/ΕΚ για τη δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα (Infrastructure for Spatial Information in Europe - INSPIRE).

2.2 Επεξεργασία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Η διαδικασία καθορισμού υπολεκανών απορροής βασίζεται στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους (digital terrain model), το οποίο είναι μορφής κανάβου (grid) διακριτικής ικανότητας 2x2 m, καλύπτει όλη την περιοχή μελέτης και χορηγήθηκε από την Κτηματολόγιο Α.Ε. Σημειώνεται ότι η συγκεκριμένη διακριτική ικανότητα κανάβου θεωρείται αρκετά λεπτομερής για τη διαδικασία χάραξης του υδρογραφικού δικτύου και καθορισμού των λεκανών και υπολεκανών απορροής. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι ανάλογη διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί και σε υπόβαθρα με μέγεθος κελιού της τάξης των 25 έως και 50 μέτρων.

Η διαδικασία καθορισμού του υδρογραφικού δικτύου και χάραξης των υπολεκανών απορροής περιλαμβάνει βήματα, κατά τα οποία γίνεται επεξεργασία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Τα βήματα αυτά είναι η πλήρωση των βυθισμάτων (Fill Sinks) και η επιδιόρθωση του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων (DEM Reconditioning).

Η διεργασία πλήρωσης βυθισμάτων (Fill Sinks) προσομοιώνει την πλήρωση των τυχόν κοιλοτήτων του εδάφους με νερό, η οποία προηγείται της κίνησης του νερού προς κατάντη. Απαιτείται να γίνει διόρθωση στο ψηφιακό μοντέλο, έτσι ώστε το νερό να μην «εγκλωβίζεται» σε κάποιο σημείο και η ροή να μην διακόπτεται. Αυτό θα συνέβαινε στις περιπτώσεις όπου το υψόμετρο ενός κελιού είναι χαμηλότερο από τα υψόμετρα των 8 κελιών που βρίσκονται γύρω του. Τότε η ροή του νερού διακόπτεται και η ανάλυση δεν μπορεί να δώσει σωστά αποτελέσματα. Σε αυτό το στάδιο τα υψόμετρα των περιοχών που είναι κοιλοότητες (sinks) τίθενται ίσα με τα αμέσως μεγαλύτερα γειτονικά τους υψόμετρα. Παράγεται ένα νέο raster αρχείο το οποίο δεν έχει βυθίσματα (depressionless DEM).

Η επιδιόρθωση του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων (DEM Reconditioning) στοχεύει στο να οδηγήσει την υπολογιστική διαδικασία να ακολουθήσει τον ρου των υπαρχόντων υδατορεμάτων. Οι μισγάγκειες που δεν «αναγνωρίστηκαν» από τη διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως, ψηφιοποιούνται σύμφωνα με τις ορθοφωτογραφίες (LSO) και στη συνέχεια υποβιβάζονται τα υψόμετρα όλων των εικονοστοιχείων του κανάβου που βρίσκονται κατά μήκος αυτών και εντός μιας ζώνης (buffer) δημιουργώντας ένα τεχνητό χάνδακα στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους, ο οποίος θα αποτελέσει "οδηγό" για τη συνέχεια της διαδικασίας. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι το νερό θα καταλήξει εντός της πραγματικής κοίτης.

Τόσο η διεργασία πλήρωσης βυθισμάτων (Fill Sinks) όσο και η διεργασία επιδιόρθωσης του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων (DEM Reconditioning) είναι επαναληπτικές και επαναλαμβάνονται όσες φορές απαιτείται μέχρι να αναπαρασταθεί ορθά το υδρογραφικό δίκτυο.

2.3 Διαμερισμός σε υπολεκάνες

2.3.1 Μεθοδολογία

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η διαδικασία καθορισμού του υδρογραφικού δικτύου και χάραξης των υπολεκανών απορροής έγινε με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το ArcGIS της ESRI σε συνδυασμό με το ArcHydro Tools του

προγράμματος, που παρέχει εργαλεία επεξεργασίας του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους και εξαγωγής υδρολογικής πληροφορίας (λεκάνες, μισγάγκειες κ.λπ.).

Η διαδικασία είναι επαναληπτική και απαιτεί διορθώσεις και προσαρμογές από τον χρήστη για την ορθή αναπαράσταση του υδρογραφικού δικτύου. Τα επιμέρους βήματα, που ακολουθούνται ώστε να "οριστεί" το υδρογραφικό δίκτυο και να χαραχθούν οι υπολεκάνες απορροής, είναι αντίστοιχα με αυτά της χάραξης λεκανών απορροής και έχουν περιγραφεί με λεπτομέρεια στο Κεφάλαιο 5 του Παραδοτέου 2 «Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας» του Σταδίου 1. Επιγραμματικά, η διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Πλήρωση βυθισμάτων (Fill Sinks)
- Παραγωγή κανάβου διευθύνσεων ροής (Flow Direction)
- Παραγωγή κανάβου συσσώρευσης ροής (Flow Accumulation)
- Ορισμός ρεμάτων (Stream Definition)
- Κατάτμηση υδρογραφικού δικτύου (Stream Segmentation)
- Διανυσματοποίηση υδρογραφικού δικτύου (Drainage Line Processing)
- Επιδιόρθωση ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων (DEM Reconditioning)
- Επανάληψη των ανωτέρω βημάτων έως ότου περιγραφεί με ακρίβεια το υδρογραφικό δίκτυο
- Χάραξη υπολεκανών απορροής (Catchment Grid Delineation)
- Δημιουργία πολυγώνων υπολεκανών απορροής (Catchment Polygon Processing)

2.3.2 Κριτήρια διαχωρισμού υπολεκανών απορροής

Κριτήρια για το διαχωρισμό των λεκανών σε υπολεκάνες, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Κουκουβίνος, Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο υδρολογίας πλημμυρών, 2014), αποτελούν:

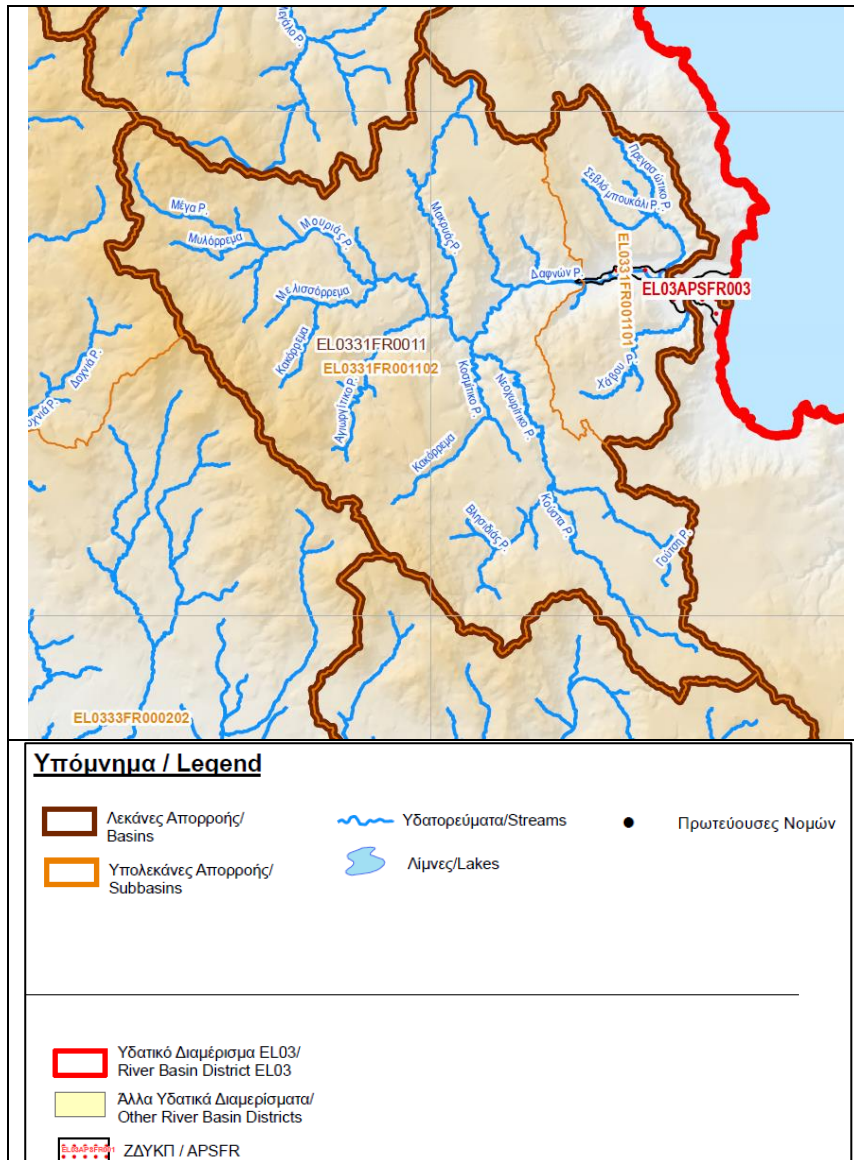
1. Οι θέσεις συμβολής του κύριου υδατορέματος με σημαντικούς παραποτάμους
2. Η διαμόρφωση τμημάτων του δικτύου που διέρχονται από σημεία ή περιοχές ενδιαφέροντος (μετρήσεις παροχών, ΖΔΥΚΠ, φράγματα κ.λπ.)
3. Η ομοιογένεια των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της υπολεκάνης (π.χ. κλίσεις εδάφους)

Όταν η ΖΔΥΚΠ βρίσκεται στο πλέον κατάντη τμήμα μιας λεκάνης απορροής, τότε η λεκάνη αντιμετωπίζεται ενιαία και δεν χωρίζεται σε υπολεκάνες. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις χωρίζονται υπολεκάνες, με βάση τα παραπάνω κριτήρια, έτσι ώστε να είναι γνώστη η παροχή σε σημαντικούς κλάδους του υδρογραφικού δικτύου, σε θέσεις σημαντικών τεχνικών έργων (π.χ. φράγματα) και στην «είσοδο» των ρεμάτων στις ΖΔΥΚΠ.

2.3.3 Κωδικοποίηση

Κάθε υπολεκάνη απορροής λαμβάνει έναν μοναδικό κωδικό, ο οποίος περιλαμβάνει τον κωδικό της λεκάνης απορροής όπου ανήκει και λαμβάνει αύξουσες τιμές από κατάντη προς ανάντη. Για παράδειγμα, η λεκάνη του ρέματος Δαφνών (κωδ. EL0331FR0011) έχει χωριστεί σε δύο υπολεκάνες, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Η ανάντη υπολεκάνη, που περιλαμβάνει το ανάντη τμήμα του ρέματος έως την είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003, έχει λάβει τον κωδικό EL0331FR001102 ενώ η

κατάντη υπολεκάνη, από την είσοδο στη ΖΔΥΚΠ έως την εκβολή του ρέματος, έχει λάβει τον κωδικό EL0331FR001101.



Σχήμα 2.2: Παράδειγμα κωδικοποίησης υπολεκανών απορροής του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Επισημαίνεται ότι η κωδικοποίηση των λεκανών απορροής έχει παρουσιαστεί αναλυτικά στο Παραδοτέο 2 «Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας» του Σταδίου 1.

2.3.4 Παρουσίαση

Από τις 52 συνολικά λεκάνες απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03), οι 37 δεν χωρίζονται σε επιμέρους υπολεκάνες ενώ οι υπόλοιπες 15 χωρίζονται σε 60 υπολεκάνες.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Μετά τον διαχωρισμό και την κωδικοποίηση των υπολεκανών απορροής, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα τα στατιστικά στοιχεία των υπολεκανών απορροής για όλες τις ΖΔΥΚΠ του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) καθώς και στατιστικά στοιχεία από τη σύγκριση των υπολεκανών απορροής του παρόντος κύκλου ΣΔΚΠ με εκείνες του 1^{ου} κύκλου.

Πίνακας 2.1 : Στατιστικά στοιχεία των υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Περιγραφή	Πλήθος	Ποσοστό (%)
Συνολικός αριθμός υπολεκανών απορροής	97	100
Αριθμός υπολεκανών απορροής που αναθεωρήθηκαν σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ	13	13,4
Αριθμός νέων υπολεκανών απορροής σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ	48	49,5
Αριθμός υπολεκανών απορροής που δεν υπέστησαν καμία αλλαγή σε σχέση με τον 1 ^ο κύκλο ΣΔΚΠ	36	37,1

Για τις υπολεκάνες απορροής του ΥΔ, δημιουργήθηκε πολυγωνικό αρχείο με ονομασία EL03_HBasins_FD_R1.shp διαθέτοντας τον κάτωθι πίνακα ιδιοτήτων:

Πίνακας 2.2 : Κωδικοποίηση των ιδιοτήτων των υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Πεδίο πληροφορίας	Επεξήγηση
BasinID_FD	Κωδικός λεκάνης απορροής της FD στην οποία ανήκει η υπολεκάνη
HBasID_R1	Κωδικός υπολεκάνης απορροής
Name_EL	Ονομασία στα Ελληνικά
Name_ENG	Ονομασία με λατινικό αλφάβητο
Revised	Yes ή No, ανάλογα με το αν έχει αναθεωρηθεί υπολεκάνη που υπήρχε και στον προηγούμενο κύκλο
ID_FD_R0	Εφόσον είναι αναθεωρημένη, δηλώνεται ο κωδικός του προηγούμενου κύκλου για να υπάρχει σύνδεση
New_R1	Yes ή No, ανάλογα με το αν είναι νέα υπολεκάνη που δεν υπήρχε στον 1 ^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας
Area	Έκταση (km ²)
Elev_max	Μέγιστο υψόμετρο (m)
Elev_mean	Μέσο υψόμετρο (m)
Elev_out	Υψόμετρο εξόδου (m)
Slope_mean	Μέση κλίση (%)
Length_max	Μήκος κύριας μισογάγκειας (km)
T_Giandot	Χρόνος συγκέντρωσης ¹ (h)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται όλες οι υπολεκάνες απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) που σχετίζονται με τις ΖΔΥΚΠ της 1^{ης} Αναθεώρησης της ΠΑΚΠ με βάση την κωδικοποίηση των ιδιοτήτων που αναφέρθηκε ανωτέρω.

¹ Ο χρόνος συγκέντρωσης υπολογίζεται με τη σχέση Giandotti

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 2.3 : Υπολεκάνες απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

FID	HBasID_R1	Name_EL	Revised	ID_FD_R0	New_R1
0	EL0333FR00F1501	Λαγκάδια P.	No		No
1	EL0333FR00F1401	Βασιλοπόταμος P.	No		No
2	EL0331FR00F1301	Στραβόρεμα P.	No		No
3	EL0331FR00F1101	Λαγκάδα P.	No		No
4	EL0331FR001501	Βρασιάτης P.	No		No
5	EL0331FR00F1001	Όρμος Άστρους1#	No		No
6	EL0331FR00F1601	Σκατιάς P.	No		No
7	EL0331FR00F801	Όρμος Άστρους2#	No		No
8	EL0331FR001901	Τάνος Π.	No		No
9	EL0331FR00F601	Ερασίνο P.	No		No
10	EL0331FR00F501	Ξεριάς P.	No		No
11	EL0331FR00F401	Μεγάλο P.	No		No
12	EL0331FR00F301	Άρια#	No		No
13	EL0331FR00F201	Δαφνόρρεμα	No		No
14	EL0331FR00F101	Ίρια#	No		No
15	EL0331FR00F701	Κουτουζαίικα#	No		No
16	EL0331FR00F901	Πλακούλα P.	No		No
17	EL0330FR00F1701	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	No		No
18	EL0330FR00F1601	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	No		No
19	EL0333FR00F4201	Δίχοβας P.	No		Yes
20	EL0331FR00F3801	Ασωπός B.2#	No		Yes
21	EL0331FR00F3701	Ασωπός B.1#	No		Yes
22	EL0331FR00F3901	Ποταμιά P.	No		Yes
23	EL0333FR00F4001	Μαυροβούνιον#	No		Yes
24	EL0331FR00F2901	Βαθύ P.	No		Yes
25	EL0331FR00F2201	Σαμπάριζας P.	No		Yes
26	EL0331FR00F2001	Σωληνάριον#	No		Yes
27	EL0331FR00F3001	Όρμος Κοιλιάδος#	No		Yes
28	EL0331FR00F3101	Φούρνοι#	No		Yes
29	EL0331FR00F3201	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	No		Yes
30	EL0331FR00F1901	Μετόχιον#	No		Yes
31	EL0331FR00F2101	Πηγάδια#	No		Yes
32	EL0331FR00F2301	Αγ. Αικατερίνη#	No		Yes
33	EL0331FR00F2401	Πλεπίου P.	No		Yes
34	EL0331FR00F2801	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	No		Yes
35	EL0331FR00F3601	Χειλόρρεμα	No		Yes
36	EL0331FR00F2601	Λ. Θερμησίας#	No		Yes
37	EL0331FR000201	Ίναχος π. εκβολή	No		No
38	EL0331FR000202	Κενο GR311478502	No		No
39	EL0331FR000203	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με π. Ίναχο	No		No

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

FID	HBasID_R1	Name_EL	Revised	ID_FD_R0	New_R1
40	EL0331FR000204	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	No		No
41	EL0331FR000205	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	No		No
42	EL0331FR000221	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	No		No
43	EL0331FR000231	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	No		No
44	EL0331FR000241	Δερβένι Ρ.	No		No
45	EL0333FR000201	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	No		No
46	EL0333FR000202	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	No		No
47	EL0333FR000221	Γερακάρη ρ.	No		No
48	EL0333FR000222	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	No		No
49	EL0333FR000223	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	No		No
50	EL0333FR000203	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	No		No
51	EL0333FR000231	Οινούς Π.	No		No
52	EL0331FR000701	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	No		No
53	EL0331FR000702	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	No		No
54	EL0333FR000303	Βαρδούνιας ρ.	No		Yes
55	EL0333FR000321	Περιβολάκι ρ.	No		Yes
56	EL0333FR000311	Παραδείσι ρ.	No		Yes
57	EL0333FR000302	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	No		Yes
58	EL0333FR000301	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	No		Yes
59	EL0331FR00F3311	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλων κλάδος από Άγ. Αντώνιο	No		Yes
60	EL0331FR00F3321	Αυλού Ρ.	No		Yes
61	EL0331FR00F3303	Κοδέλες Ρ.	No		Yes
62	EL0331FR00F3312	Κοκκινόβραχος Ρ.	No		Yes
63	EL0331FR00F3301	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	No		Yes
64	EL0331FR00F3302	Λιοφάτες Ρ.	No		Yes
65	EL0333FR00F4102	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	No		Yes

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04	Πλημμυρικά υδρογραφήματα Τεχνική Έκθεση
--------------	--

FID	HBasID_R1	Name_EL	Revised	ID_FD_R0	New_R1
66	EL0333FR00F4101	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	No		Yes
67	EL0331FR00F2511	Τουτούνη ρ.	No		Yes
68	EL0331FR00F2501	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	No		Yes
69	EL0331FR00F2502	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	No		Yes
70	EL0331FR00F2701	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 έως εκβολή	No		Yes
71	EL0331FR00F2702	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008	No		Yes
72	EL0331FR00F2711	Συμβάλλων κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	No		Yes
73	EL0331FR00F3511	Δαιμονοστάσι Ρ.	No		Yes
74	EL0331FR00F3502	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	No		Yes
75	EL0331FR00F3501	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	No		Yes
76	EL0331FR00F1802	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	No		Yes
77	EL0331FR00F1811	Μυλόρρεμα	No		Yes
78	EL0331FR00F1801	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	No		Yes
79	EL0331FR001102	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003	No		Yes
80	EL0331FR001101	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003 έως εκβολή	No		Yes
81	EL0331FR002302	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	Yes	GR0331FR002301	No
82	EL0331FR002301	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως εκβολή	Yes	GR0331FR002301	No
83	EL0331FR003303	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	Yes	GR0331FR003301	No
84	EL0331FR003301	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004 έως εκβολή	Yes	GR0331FR003301	No
85	EL0331FR003302	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	Yes	GR0331FR003301	No
86	EL0331FR00F3403	Μαργέρι ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)	No		Yes
87	EL0331FR00F3402	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου	No		Yes
88	EL0331FR00F3401	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση	No		Yes

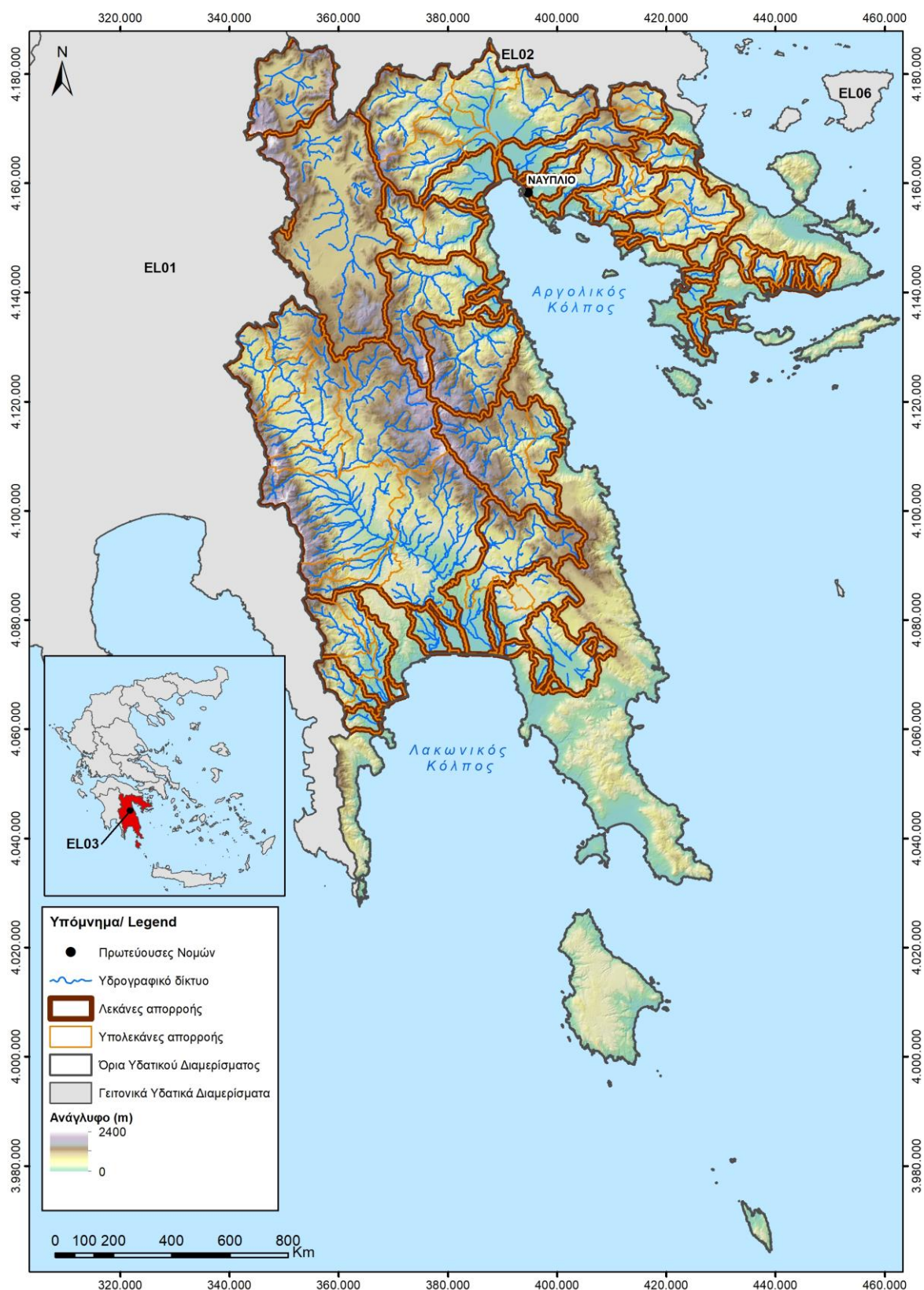
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

FID	HBasID_R1	Name_EL	Revised	ID_FD_R0	New_R1
89	EL0333FR000261	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	Yes	GR0333FR000204	No
90	EL0333FR000207	Λαγκάδα ρ.	Yes	GR0333FR000204	No
91	EL0333FR000206	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	Yes	GR0333FR000204	No
92	EL0333FR000205	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	Yes	GR0333FR000204	No
93	EL0333FR000204	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με π. Οινούς	Yes	GR0333FR000204	No
94	EL0331FR00F1203	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	Yes	GR0331FR00F1201	No
95	EL0331FR00F1202	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	Yes	GR0331FR00F1201	No
96	EL0331FR00F1201	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	Yes	GR0331FR00F1201	No

Όλες οι καθορισμένες λεκάνες απορροής παρουσιάζονται εποπτικά στο Σχήμα 2.3 που ακολουθεί και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια (π.χ. κωδικοί υπολεκανών κ.λπ.) στο χάρτη I_Π04-X.4 «Υδρολογικός Χάρτης με Υπολεκάνες Απορροής» που συνοδεύει το παρόν παραδοτέο.

Αναλυτικά μορφολογικά στοιχεία για τις υπολεκάνες απορροής των υδατορεμάτων στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) παρατίθενται στην επόμενη παράγραφο.



Σχήμα 2.3: Υδατορέματα, Λεκάνες Απορροής και Υπολεκάνες Απορροής του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

2.4 Εξαγωγή μορφομετρικών, γεωμετρικών χαρακτηριστικών υπολεκανών

Πίνακας 2.4: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος – Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
1	EL0330FR00F1601	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	EL0330FR00F16	698,86	37,94	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
2	EL0330FR00F1701	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	EL0330FR00F17	207,20	16,42	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
3	EL0331FR000201	Ίναχος π. εκβολή	EL0331FR0002	0,25	3,34	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
4	EL0331FR000202	Κενο GR311478502	EL0331FR0002	1,40	3,69	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
5	EL0331FR000203	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με π. Ίναχο	EL0331FR0002	18,69	11,45	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
6	EL0331FR000204	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	EL0331FR0002	57,05	16,26	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
7	EL0331FR000205	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	EL0331FR0002	182,57	24,72	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
8	EL0331FR000221	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	EL0331FR0002	190,51	27,35	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
9	EL0331FR000231	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	EL0331FR0002	110,48	19,49	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
10	EL0331FR000241	Δερβένι Ρ.	EL0331FR0002	90,91	18,94	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
11	EL0331FR000701	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	EL0331FR0007	71,19	20,52	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
12	EL0331FR000702	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	EL0331FR0007	201,92	44,08	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος - Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
13	EL0331FR001101	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003 έως εκβολή	EL0331FR0011	62,72	16,46	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
14	EL0331FR001102	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003	EL0331FR0011	278,87	33,25	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
15	EL0331FR001501	Βρασιάτης Ρ.	EL0331FR0015	250,10	35,79	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
16	EL0331FR001901	Τάνος Π.	EL0331FR0019	248,19	46,69	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
17	EL0331FR002301	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως εκβολή	EL0331FR0023	108,34	25,20	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
18	EL0331FR002302	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	EL0331FR0023	60,80	14,88	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
19	EL0331FR003301	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004 έως εκβολή	EL0331FR0033	27,06	13,98	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
20	EL0331FR003302	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	EL0331FR0033	64,76	17,88	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
21	EL0331FR003303	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	EL0331FR0033	89,86	18,92	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
22	EL0331FR00F1001	Όρμος Άστρους 1*	EL0331FR00F10	10,76	8,52	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
23	EL0331FR00F101	Ίρια*	EL0331FR00F1	5,22	6,47	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος – Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
24	EL0331FR00F1101	Λαγκάδα Ρ.	EL0331FR00F11	10,76	8,38	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
25	EL0331FR00F1201	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	EL0331FR00F12	49,04	18,81	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
26	EL0331FR00F1202	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	EL0331FR00F12	15,06	5,24	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
27	EL0331FR00F1203	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	EL0331FR00F12	61,41	15,56	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
28	EL0331FR00F1301	Στραβόρεμα Ρ.	EL0331FR00F13	18,57	14,71	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
29	EL0331FR00F1601	Σκατιάς Ρ.	EL0331FR00F16	3,43	7,50	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
30	EL0331FR00F1801	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	EL0331FR00F18	1,51	2,06	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
31	EL0331FR00F1802	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	EL0331FR00F18	11,84	10,67	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
32	EL0331FR00F1811	Μυλόρρεμα	EL0331FR00F18	10,12	8,93	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
33	EL0331FR00F1901	Μετόχιον*	EL0331FR00F19	2,54	1,80	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
34	EL0331FR00F2001	Σωληνάριον*	EL0331FR00F20	2,75	4,43	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος - Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισογάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
35	EL0331FR00F201	Δαφνόρρεμα	EL0331FR00F2	71,27	21,55	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
36	EL0331FR00F2101	Πηγάδια*	EL0331FR00F21	1,22	2,11	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
37	EL0331FR00F2201	Σαμπάριζας Ρ.	EL0331FR00F22	7,67	7,73	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
38	EL0331FR00F2301	Αγ. Αικατερίνη*	EL0331FR00F23	2,57	3,21	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
39	EL0331FR00F2401	Πλεπίου Ρ.	EL0331FR00F24	10,02	8,05	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
40	EL0331FR00F2501	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	EL0331FR00F25	2,15	3,24	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
41	EL0331FR00F2502	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	EL0331FR00F25	27,49	11,19	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
42	EL0331FR00F2511	Τουτούνη ρ.	EL0331FR00F25	4,00	6,33	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
43	EL0331FR00F2601	Λ. Θερμησίας*	EL0331FR00F26	4,93	4,64	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
44	EL0331FR00F2701	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡ0008 έως εκβολή	EL0331FR00F27	0,21	0,69	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος – Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
45	EL0331FR00F2702	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF008	EL0331FR00F27	17,10	9,70	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
46	EL0331FR00F2711	Συμβάλλωγγφβγφβν κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	EL0331FR00F27	7,83	7,19	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
47	EL0331FR00F2801	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)*	EL0331FR00F28	14,39	5,92	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
48	EL0331FR00F2901	Βαθύ Ρ.	EL0331FR00F29	19,46	8,91	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
49	EL0331FR00F3001	Όρμος Κουιάδος*	EL0331FR00F30	25,66	7,17	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
50	EL0331FR00F301	Άρια#	EL0331FR00F3	24,45	12,30	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
51	EL0331FR00F3101	Φούρνοι*	EL0331FR00F31	18,94	13,83	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
52	EL0331FR00F3201	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	EL0331FR00F32	27,70	7,89	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
53	EL0331FR00F3301	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	EL0331FR00F33	39,31	20,00	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
54	EL0331FR00F3302	Λιοφάτες Ρ.	EL0331FR00F33	6,67	7,23	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος – Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
55	EL0331FR00F3303	Κοδέλες Ρ.	EL0331FR00F33	20,66	11,71	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
56	EL0331FR00F3311	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλων κλάδος από Άγ. Αντώνιο	EL0331FR00F33	18,79	10,15	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
57	EL0331FR00F3312	Κοκκινόβραχος Ρ.	EL0331FR00F33	21,92	13,28	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
58	EL0331FR00F3321	Αυλού Ρ.	EL0331FR00F33	11,35	10,04	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
59	EL0331FR00F3401	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση	EL0331FR00F34	11,34	5,25	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
60	EL0331FR00F3402	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου	EL0331FR00F34	34,05	13,29	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
61	EL0331FR00F3403	Μαργέρη ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)	EL0331FR00F34	19,78	9,22	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
62	EL0331FR00F3501	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	EL0331FR00F35	14,81	8,39	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
63	EL0331FR00F3502	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	EL0331FR00F35	41,57	14,46	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
64	EL0331FR00F3511	Δαιμονοστάσι Ρ.	EL0331FR00F35	22,53	15,36	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος – Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
65	EL0331FR00F3601	Χειλόρρεμα	EL0331FR00F36	130,27	17,13	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
66	EL0331FR00F3701	Ασωπός Β.1*	EL0331FR00F37	4,54	4,79	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
67	EL0331FR00F3801	Ασωπός Β.2*	EL0331FR00F38	4,01	6,11	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
68	EL0331FR00F3901	Ποταμιά Ρ.	EL0331FR00F39	17,60	12,97	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
69	EL0331FR00F401	Μεγάλο Ρ.	EL0331FR00F4	30,26	18,12	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
70	EL0331FR00F501	Ξεριάς Ρ.	EL0331FR00F5	120,80	33,15	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
71	EL0331FR00F601	Ερασίνος Π.	EL0331FR00F6	86,95	19,25	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
72	EL0331FR00F701	Κουτουζαίικα*	EL0331FR00F7	5,73	6,55	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
73	EL0331FR00F801	Όρμος Άστρους 2*	EL0331FR00F8	5,78	6,23	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
74	EL0331FR00F901	Πλακούλα Ρ.	EL0331FR00F9	19,60	10,88	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
75	EL0333FR000201	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	EL0333FR0002	13,51	12,55	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
76	EL0333FR000202	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	EL0333FR0002	377,82	45,94	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
77	EL0333FR000203	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	EL0333FR0002	337,13	40,92	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος - Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
78	EL0333FR000204	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με π. Οινούς	EL0333FR0002	63,31	22,84	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
79	EL0333FR000205	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	EL0333FR0002	192,90	31,06	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
80	EL0333FR000206	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	EL0333FR0002	61,36	17,04	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
81	EL0333FR000207	Λαγκάδα Ρ.	EL0333FR0002	83,71	28,84	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
82	EL0333FR000221	Γερακάρη ρ.	EL0333FR0002	50,51	24,75	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
83	EL0333FR000222	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	EL0333FR0002	30,30	14,82	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
84	EL0333FR000223	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	EL0333FR0002	25,40	12,85	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
85	EL0333FR000231	Οινούς Π.	EL0333FR0002	348,26	49,33	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
86	EL0333FR000261	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	EL0333FR0002	84,40	19,40	Αναθεωρημένη υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
87	EL0333FR000301	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	EL0333FR0003	18,52	10,82	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
88	EL0333FR000302	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	EL0333FR0003	27,29	13,14	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος – Όρια Υπολεκάνης	Κωδικός Λεκάνης Απορροής	Έκταση Υπολεκάνης Απορροής (km ²)	Μήκος Μισγάγγειας Υπολεκάνης (km)	Προέλευση Υπολεκάνης Απορροής
89	EL0333FR000303	Βαρδούνιας ρ.	EL0333FR0003	74,55	20,73	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
90	EL0333FR000311	Παραδείσι ρ.	EL0333FR0003	29,48	15,75	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
91	EL0333FR000321	Περιβολάκι ρ.	EL0333FR0003	33,25	21,00	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
92	EL0333FR00F1401	Βασιλοπόταμος Ρ.	EL0333FR00F14	23,60	13,69	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
93	EL0333FR00F1501	Λαγκάδια Ρ.	EL0333FR00F15	40,18	14,38	Υπολεκάνη 1ου κύκλου ΣΔΚΠ
94	EL0333FR00F4001	Μαυροβούνιον*	EL0333FR00F40	8,05	6,37	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
95	EL0333FR00F4101	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	EL0333FR00F41	16,61	11,85	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
96	EL0333FR00F4102	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	EL0333FR00F41	41,82	12,89	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ
97	EL0333FR00F4201	Δίχοβας Ρ.	EL0333FR00F42	25,47	9,48	Νέα υπολεκάνη 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04	Πλημμυρικά υδρογραφήματα Τεχνική Έκθεση
--------------	--

Πίνακας 2.5: Μορφομετρικά χαρακτηριστικά υπολεκανών απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Α/Α	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Μέγιστο Υψόμετρο Hmax (m)	Μέσο Υψόμετρο Hm (m)	Υψόμετρο στην έξοδο Hds (m)	Μέση κλίση (%)
1	EL0330FR00F1601	1.981,24	859,98	592,49	25,59
2	EL0330FR00F1701	1.934,02	950,41	618,26	35,40
3	EL0331FR000201	11,17	4,02	0,00	12,82
4	EL0331FR000202	23,48	16,43	5,08	6,47
5	EL0331FR000203	671,44	95,82	5,34	14,12
6	EL0331FR000204	1.035,91	290,86	32,79	25,62
7	EL0331FR000205	1.772,67	636,71	98,39	40,89
8	EL0331FR000221	1.077,28	400,48	15,96	22,35
9	EL0331FR000231	1.773,02	609,69	106,28	41,65
10	EL0331FR000241	811,06	277,05	33,82	23,18
11	EL0331FR000701	352,36	79,17	-0,15	10,79
12	EL0331FR000702	1.556,51	643,78	22,60	29,28
13	EL0331FR001101	1.096,81	548,28	-0,04	35,73
14	EL0331FR001102	1.839,52	896,62	73,60	41,16
15	EL0331FR001501	1.934,32	790,26	0,00	43,80
16	EL0331FR001901	1.934,70	699,24	-0,13	39,24
17	EL0331FR002301	1.215,89	411,74	0,30	36,84
18	EL0331FR002302	1.598,91	691,24	249,11	40,13
19	EL0331FR003301	794,13	284,77	-0,08	28,88
20	EL0331FR003302	1.115,42	427,29	70,78	31,75
21	EL0331FR003303	1.103,16	454,02	185,75	27,18
22	EL0331FR00F1001	594,99	148,07	0,09	23,05
23	EL0331FR00F101	241,17	63,57	0,00	17,90
24	EL0331FR00F1101	913,60	209,90	-0,02	25,27
25	EL0331FR00F1201	841,94	224,08	0,00	23,11
26	EL0331FR00F1202	524,36	296,93	221,99	14,91
27	EL0331FR00F1203	1.184,41	544,07	283,18	24,01
28	EL0331FR00F1301	257,29	83,85	-0,02	9,03
29	EL0331FR00F1601	612,67	207,55	0,38	25,73
30	EL0331FR00F1801	302,92	91,34	-0,07	28,65
31	EL0331FR00F1802	718,57	368,62	1,50	42,08
32	EL0331FR00F1811	671,17	339,52	1,25	42,80
33	EL0331FR00F1901	155,83	18,13	0,00	11,38
34	EL0331FR00F2001	408,21	158,27	-0,01	34,98
35	EL0331FR00F201	1.197,11	309,21	0,14	24,46
36	EL0331FR00F2101	193,97	31,29	-0,06	15,07
37	EL0331FR00F2201	690,61	299,34	0,00	41,85
38	EL0331FR00F2301	334,23	86,73	-0,03	26,20
39	EL0331FR00F2401	686,67	237,54	-0,01	37,49
40	EL0331FR00F2501	175,74	24,48	-0,02	14,49
41	EL0331FR00F2502	665,79	277,95	16,09	36,40

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04 Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Μέγιστο Υψόμετρο Hmax (m)	Μέσο Υψόμετρο Hm (m)	Υψόμετρο στην έξοδο Hds (m)	Μέση κλίση (%)
42	EL0331FR00F2511	577,00	252,34	16,51	40,91
43	EL0331FR00F2601	347,77	116,37	-0,14	27,83
44	EL0331FR00F2701	229,96	184,03	149,20	23,71
45	EL0331FR00F2702	1.105,09	444,22	157,96	30,25
46	EL0331FR00F2711	627,76	298,90	157,18	19,37
47	EL0331FR00F2801	227,60	56,95	-0,21	15,89
48	EL0331FR00F2901	188,43	62,35	-0,49	11,89
49	EL0331FR00F3001	370,33	76,58	-0,06	17,22
50	EL0331FR00F301	406,44	86,32	0,00	15,37
51	EL0331FR00F3101	1.108,56	252,94	-0,07	25,70
52	EL0331FR00F3201	1.121,28	424,60	143,48	28,44
53	EL0331FR00F3301	828,19	335,37	-0,33	26,75
54	EL0331FR00F3302	575,45	325,95	124,68	31,41
55	EL0331FR00F3303	854,86	396,33	208,45	24,00
56	EL0331FR00F3311	569,28	210,07	17,20	29,64
57	EL0331FR00F3312	1.162,89	449,76	124,80	26,00
58	EL0331FR00F3321	1.014,70	414,48	209,93	21,48
59	EL0331FR00F3401	753,84	214,62	-0,45	37,92
60	EL0331FR00F3402	898,07	322,36	33,52	35,05
61	EL0331FR00F3403	1.139,33	561,43	148,88	35,90
62	EL0331FR00F3501	929,19	434,16	112,29	26,24
63	EL0331FR00F3502	1.137,81	604,52	139,18	22,20
64	EL0331FR00F3511	1.110,67	636,08	139,32	23,13
65	EL0331FR00F3601	1.121,52	320,65	69,22	22,49
66	EL0331FR00F3701	107,60	80,02	58,04	4,67
67	EL0331FR00F3801	102,66	73,89	30,18	9,84
68	EL0331FR00F3901	913,89	202,37	28,49	23,76
69	EL0331FR00F401	890,28	217,20	-0,01	23,28
70	EL0331FR00F501	1.196,79	419,60	0,00	17,19
71	EL0331FR00F601	1.150,56	223,90	0,00	23,93
72	EL0331FR00F701	608,89	221,36	-0,36	26,18
73	EL0331FR00F801	440,42	75,66	-0,01	14,59
74	EL0331FR00F901	705,90	189,81	0,00	28,57
75	EL0333FR000201	247,15	81,09	0,00	17,47
76	EL0333FR000202	1.839,46	467,18	20,70	27,59
77	EL0333FR000203	2.402,75	619,11	107,94	37,11
78	EL0333FR000204	1.852,51	544,84	189,30	38,72
79	EL0333FR000205	1.732,02	653,33	227,21	32,31
80	EL0333FR000206	1.527,67	575,19	297,50	33,55
81	EL0333FR000207	1.167,32	748,88	350,60	36,46
82	EL0333FR000221	1.638,39	514,80	107,82	38,65
83	EL0333FR000222	1.025,38	317,98	116,55	23,95
84	EL0333FR000223	2.408,29	1.045,97	240,67	59,82
85	EL0333FR000231	1.823,72	941,72	191,03	35,64

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Μέγιστο Υψόμετρο Hmax (m)	Μέσο Υψόμετρο Hm (m)	Υψόμετρο στην έξοδο Hds (m)	Μέση κλίση (%)
86	EL0333FR000261	1.527,43	674,31	350,91	38,01
87	EL0333FR000301	319,79	78,65	-0,15	24,61
88	EL0333FR000302	1.028,76	246,70	14,83	38,25
89	EL0333FR000303	1.665,78	622,09	43,65	52,02
90	EL0333FR000311	496,92	157,22	14,84	28,11
91	EL0333FR000321	1.042,02	452,88	46,44	43,79
92	EL0333FR00F1401	340,96	54,33	0,00	7,73
93	EL0333FR00F1501	341,18	87,22	0,00	16,95
94	EL0333FR00F4001	189,36	51,05	0,00	21,31
95	EL0333FR00F4101	626,55	143,03	0,00	31,14
96	EL0333FR00F4102	1.466,29	512,28	81,65	45,50
97	EL0333FR00F4201	624,84	154,29	-0,02	29,14

3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

3.1 Γενικά

Για την εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της σχετικής Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 177772/924/2017 (ΦΕΚ 2140/Β'/22.06.2017) και ισχύει, προβλέπεται η ανάλυση των ακόλουθων σεναρίων:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται στην παρούσα ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 50 χρόνια,
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται στην παρούσα ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια και
- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται στην παρούσα ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 1.000 χρόνια.

Επίσης, λαμβάνεται υπόψη η πιθανή επίδραση των κλιματικών μεταβολών στη συχνότητα επέλευσης συμβάντων πλημμύρας, που πραγματοποιείται με την εξέταση της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής (ενδεικτική περίοδος επαναφοράς 10.000 χρόνια) σε επιλεγμένους ανά Υδατικό Διαμέρισμα, κατόπιν αξιολόγησης, ποταμούς, ρέματα και χειμάρρους.

Για την παραγωγή των υδρογραφημάτων απαιτείται:

- η παραγωγή των υετογραφημάτων καταιγίδας για την ανάντη λεκάνη απορροής
- η εκτίμηση της ενεργού βροχόπτωσης στην λεκάνη απορροής και
- η κατάρτιση των σχετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων.

Η Υδρολογική προσομοίωση για την παραγωγή των πλημμυρικών υδρογραφημάτων γίνεται σε κλίμακα επεισοδίου με είσοδο των υετογραφημάτων σχεδιασμού που αντιστοιχούν στις περιόδους επαναφοράς $T=50$, 100 και 1000 έτη. Για το σκοπό αυτό είναι αναγκαία η κατάρτιση ενός υδρολογικού μοντέλου που περιγράφει τις διεργασίες δημιουργίας και διόδευσης των πλημμυρικών ροών σε όλη την έκταση της λεκάνης απορροής, εντός των ορίων της οποίας αναπτύσσεται η αντίστοιχη ΖΔΥΚΠ.

Όλες οι παραπάνω ενέργειες αυτές για την παραγωγή των πλημμυρικών υδρογραφημάτων περιγράφονται αναλυτικά στα επόμενες παραγράφους του παρόντος Κεφαλαίου που απαρτίζεται από τις παρακάτω πέντε ενότητες:

- Την παρουσίαση των νέων ομβρίων καμπυλών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα 1^η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η νέα αναλυτική εξίσωση σημειακής εκτιμήσεως ομβρίων καμπυλών, προσδιορίζονται οι παράμετροι της νέας αυτής εξίσωσης και απεικονίζεται η χωρική μεταβολή τους σε χάρτες.
- Γίνεται η κατάρτιση των υετογραφημάτων εκτίμησης πλημμυρικών αιχμών υλοποιώντας επιφανειακή αναγωγή των σημειακών εκτιμήσεων βροχόπτωσης. Παράλληλα γίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή ανομοιομορφίας και η χρονική κατανομή της βροχόπτωσης.
- Εκτιμάται η ενεργός βροχόπτωση δεδομένης περιόδου επαναφοράς βάσει της μεθόδου SCS-CN

- Γίνεται η εκτίμηση των πλημμυρογραφημάτων των γεγονότων βροχής δεδομένης περιόδου επαναφοράς αφού υπολογίζεται ο χρόνος συγκέντρωσης, η διάρκεια βροχής και το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα
- Τέλος, υλοποιείται υδρολογική διόδευση πλημμυρογραφήματος γεγονότος βροχής με την μέθοδο Muskingum δεδομένης περιόδου επαναφοράς και γίνεται ο υπολογισμός των παραμέτρων της διόδευσης

3.2 Όμβριες καμπύλες

3.2.1 Εισαγωγή

Η εκτίμηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού ή ελέγχου έργων βασίζεται κατά κανόνα στην πιθανοτική ανάλυση παρατηρημένων *υψών* (h) ή (χρονικά μέσων) *εντάσεων* (x) *βροχής*, η οποία οδηγεί στην κατάρτιση σχέσεων *έντασης – χρονικής κλίμακας* αναφοράς (k) – *περιόδου επαναφοράς* (T) της βροχής, ή αλλιώς των *όμβριων καμπυλών*.

Σημειώνεται ότι η χρονική κλίμακα αναφοράς αναφέρεται συχνά ως διάρκεια, αλλά ο συγκεκριμένος όρος είναι εσφαλμένος. Η χρονική κλίμακα k , στην οποία λαμβάνεται η μέση ένταση βροχής, δεν έχει σχέση με τη διάρκεια ενός πραγματικού ή και συνθετικού επεισοδίου βροχής, αλλά αναφέρεται στο χρονικό παράθυρο στο οποίο το ύψος βροχής είτε καταγράφεται (π.χ. ημερήσια παρατήρηση καταγραφών βροχομέτρου) είτε νοείται (π.χ. ωριαία κλίμακα εντός ενός επεισοδίου βροχής 12ωρης διάρκειας).

Η σύγχυση των δύο όρων προκύπτει κυρίως από την εκτεταμένη χρήση της αποκαλούμενης *ορθολογικής μεθόδου* στον υδρολογικό σχεδιασμό. Σε αυτή τη μέθοδο η ένταση βροχής θεωρείται ομοιόμορφη στο χρόνο για μια δεδομένη διάρκεια που ταυτίζεται με τη χρονική κλίμακα και λαμβάνεται ίση με το χρόνο συρροής της λεκάνης απορροής. Ωστόσο, σε άλλες μεθόδους η διάκριση χρονικής διάρκειας και χρονικής κλίμακας είναι απαραίτητη. Για παράδειγμα όταν χρησιμοποιούμε τη μέθοδο του μοναδιαίου υδρογραφήματος σε συνδυασμό με τη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ για την κατάρτιση της καταιγίδας σχεδιασμού, η καταιγίδα έχει μια δεδομένη διάρκεια, π.χ. 12 h, η οποία είναι πολλαπλάσια του χρόνου συρροής της λεκάνης. Το συνολικό ύψος της καταιγίδας σχεδιασμού προκύπτει από τις όμβριες καμπύλες για χρονική κλίμακα ίση με την επιλεγμένη διάρκεια. Ωστόσο, ενδιαφέρουν και τα τμηματικά ύψη βροχής σε χρονικές κλίμακες μικρότερες της διάρκειας της καταιγίδας σχεδιασμού, προκειμένου να καταρτιστεί ένα υετογράφημα σχεδιασμού με μεταβαλλόμενη χρονικά (όχι ομοιόμορφη) ένταση. Σε αυτή την περίπτωση υιοθετείται ένα χρονικό βήμα διακριτοποίησης του υετογραφήματος, και για κάθε υπολογιστικό βήμα η ένταση θεωρείται ομοιόμορφη. Αν θεωρήσουμε ότι το χρονικό βήμα είναι 1 h και η διάρκεια της καταιγίδας σχεδιασμού 12 h, τότε χρειάζεται να υπολογιστούν οι εντάσεις βροχής για τα 12 χρονικά βήματα μέσα στη διάρκεια των 12 ωρών. Συνήθως για το σκοπό αυτό θεωρείται ότι για κάθε ενδιάμεση χρονική κλίμακα μικρότερη ή ίση της διάρκειας (1 h, 2 h, ..., 12 h), η ένταση βροχής είναι ίση με αυτή που προκύπτει από τις όμβριες καμπύλες για καθεμιά απ' αυτές τις κλίμακες. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι και η τελευταία θεώρηση είναι μια απλουστευτική παραδοχή. Συνεπέστερη, αλλά πολύ πιο απαιτητική υπολογιστικά, θα ήταν μια μέθοδος βασισμένη σε συνολική στοχαστική προσομοίωση. Πάντως η απλουστευτική παραδοχή παράγει αποτελέσματα αρκετά λογικά συγκρινόμενη με αυτά της στοχαστικής προσομοίωσης (Koutsoyiannis, 1994).

Η συμβατική στατιστική μέθοδος εξαγωγής όμβριων καμπυλών περιλαμβάνει τα εξής τρία κύρια βήματα:

(α) την προσαρμογή πιθανοτικών συναρτήσεων κατανομής της έντασης βροχής ξεχωριστά για κάθε χρονική κλίμακα k ,

(β) την εκτίμηση, με βάση τις προσαρμοσμένες συναρτήσεις κατανομής για όλες τις διαθέσιμες κλίμακες, των εντάσεων βροχής για μια σειρά περιόδων επαναφοράς T , και

(γ) την εξαγωγή, για κάθε περίοδο επαναφοράς T , μιας κατάλληλης έκφρασης ανάμεσα στην ένταση βροχής και τη χρονική κλίμακα.

Συχνά τα βήματα αυτά ακολουθούνται και από ένα τέταρτο, στο οποίο γενικεύονται οι σχέσεις του βήματος (γ), προσδιορίζοντας έτσι μια εμπειρική σχέση που ισχύει για τυχούσα περίοδο επαναφοράς.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται εδώ διαφέρει από τη συμβατική μεθοδολογία τόσο ως προς τα βήματα που ακολουθεί, όσο και στην μαθηματική αντιμετώπιση των επιμέρους θεμάτων. Βασίζεται στην πρόσφατη αναθεώρηση (Koutsoyiannis, 2022), του καθιερωμένου πλέον διεθνώς μεθοδολογικού πλαισίου από Koutsoyiannis et al. (1998).

Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα μεθοδολογία:

(α) χρησιμοποιεί δεδομένα από βροχογράφους και βροχόμετρα,

(β) αντί της σταδιακής κατάρτισης μιας έκφρασης ή ενός συνόλου εκφράσεων όμβριων καμπυλών, χρησιμοποιεί εξ αρχής μία παραμετρική έκφραση, η οποία απορρέει άμεσα από την συναρτησιακή έκφραση της πιθανοτικής κατανομής που υιοθετείται για την ένταση βροχής,

(γ) βασίζεται στις νεότερες θεωρήσεις και διαπιστώσεις τόσο ως προς τη συνάρτηση κατανομής που ακολουθούν τα ακραία ύψη ή οι εντάσεις βροχής, όσο και ως προς τον τρόπο εκτίμησης των παραμέτρων της κατανομής, και

(δ) αντιμετωπίζει συνολικά τα δεδομένα σταθμών της περιοχής μελέτης εφαρμόζοντας σύγχρονες μεθόδους χωρικής εκτίμησης και μοντελοποίησης. Οι επιμέρους πτυχές της μεθοδολογίας περιγράφονται λεπτομερώς στις σχετικές δημοσιεύσεις (Koutsoyiannis et al., 1998· Koutsoyiannis 2004a,b, 2006, 2019, 2022· Malamos and Koutsoyiannis, 2016a,b· Koutsoyiannis and Ilioroulou, 2021· Ilioroulou et al., 2022), ενώ σε συνοπτική μορφή παρουσιάζονται στα εδάφια που ακολουθούν.

3.2.2 Αναλυτική εξίσωση σημειακής εκτιμήσεως ομβρίων καμπυλών

Πρόσφατα, προτάθηκε από τον Koutsoyiannis (2022) ένα νέο μεθοδολογικό πλαίσιο γενίκευσης των τυπικών όμβριων καμπυλών σε στοχαστικά μοντέλα της έντασης βροχής, με ισχύ για κάθε χρονική κλίμακα την οποία μπορούν να υποστηρίξουν τα δεδομένα. Αυτός ο τύπος «όμβριου μοντέλου» προκύπτει από τις στοχαστικές ιδιότητες (δομή εξάρτησης και περιθώρια συνάρτηση κατανομής) της έντασης της βροχής και τη συμπεριφορά τους σε κλίμακα. Η μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί για οποιαδήποτε κλίμακα, αυθαίρετα μεγάλη. Σε μεγάλες όμως κλίμακες (άνω των μερικών ημερών) η συναρτησιακή σχέση περιπλέκεται ενώ ταυτόχρονα, οι κλίμακες αυτές δεν υπεισέρχονται στη μελέτη πλημμυρικών γεγονότων, και άρα δεν ενδιαφέρουν άμεσα το σχεδιασμό σχετικών έργων. Για αυτό το λόγο η ανάλυση της σχετικής μεθοδολογίας περιορίζεται εδώ στην γενική και απλοποιημένη έκφραση του μοντέλου για μικρές κλίμακες, λεπτών έως μερικών ημερών, στις οποίες η ένταση της βροχής μπορεί να περιγραφεί επαρκώς από την κατανομή Pareto. (Για μεγαλύτερες κλίμακες, εφαρμόζεται η

κατανομή Pareto–Burr–Feller, βλ. Koutsoyiannis, 2022, σελ. 257.) Στην περίπτωση αυτή, η ένταση με βάση την κατανομή Pareto προκύπτει ως εξής:

$$x = \lambda(k) \frac{(P_1^{(k)} T/k)^\xi - 1}{\xi} \quad (3.1)$$

όπου ξ είναι η παράμετρος σχήματος της κατανομής Pareto, $P_1^{(k)}$ είναι η πιθανότητα βροχής στην κλίμακα k , και $\lambda(k)$ είναι παράμετρος κλίμακας της κατανομής Pareto. Οι όροι $P_1^{(k)}$ και $\lambda(k)$ αποτελούν συναρτήσεις της χρονικής κλίμακας και προκύπτουν ως εξής (Koutsoyiannis, 2022):

$$P_1^{(k)} = \frac{1 - \xi}{1/2 - \xi} \frac{\mu^2}{\gamma(k) + \mu^2} \quad (3.2)$$

και

$$\lambda(k) = \frac{\mu(1 - \xi)}{P_1^{(k)}} = \frac{(1/2 - \xi)(\gamma(k) + \mu^2)}{\mu} \quad (3.3)$$

όπου μ είναι η μέση ένταση βροχής (σταθερή σε κάθε χρονική κλίμακα) και $\gamma(k)$ είναι το κλιμακόγραμμα της ανέλιξης, δηλαδή η διασπορά ως συνάρτηση της χρονικής κλίμακας. Για την περιγραφή της σχέσης της διασποράς σε κλίμακα μπορεί να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά μοντέλα (Koutsoyiannis, 2022).

Οι εξισώσεις (3.1) – (3.3) είναι δυνατόν να απλοποιηθούν στις μικρές κλίμακες βάσει ορισμένων παραδοχών που περιγράφονται στο επόμενο εδάφιο. Η εφαρμογή αυτών των απλοποιητικών παραδοχών επιφέρει ορισμένες παραβιάσεις της πλήρους στοχαστικής συνέπειας που χαρακτηρίζει το γενικό μοντέλο, όπως περιγράφεται λεπτομερώς στον Koutsoyiannis (2022). Ωστόσο, στις δεδομένες μικρές κλίμακες ενδιαφέροντος για τις όμβριες καμπύλες, οι παραβιάσεις αυτές έχουν αμελητέες συνέπειες. Επομένως, η μεθοδολογία αναπτύσσεται βασισμένη στην απλοποιημένη σχέση που περιγράφεται στη συνέχεια.

Για μικρές χρονικές κλίμακας, της τάξης των λεπτών έως μερικών ημερών, μπορούν να εφαρμοστούν οι κάτωθι απλοποιητικές παραδοχές:

- $P_1^{(k)} \propto k$, και επομένως ο όρος $\beta(k) := k/P_1^{(k)} = \beta$ προκύπτει σταθερός στην εξίσωση. Η παραδοχή έχει νόημα εφόσον $k < \beta$ (διαφορετικά θα προέκυπτε $P_1^{(k)} > 1$).
- $\gamma(k) \gg \mu^2$, και άρα ο όρος μ^2 μπορεί να αγνοηθεί στη μεταξύ τους άθροιση.
- Το γενικευμένο κλιμακόγραμμα τύπου Cauchy μπορεί να επιλεγεί για την περιγραφή της σχέσης της διασποράς συναρτήσει της κλίμακας:

$$\gamma(k) = \lambda_1^2 \left(1 + \left(\frac{k}{\alpha} \right)^{2M} \right)^{\frac{H-1}{M}} \quad (3.4)$$

όπου α και λ_1 είναι παράμετροι κλίμακας με διαστάσεις χρόνου $[t]$ και ίδιες με αυτές της $[x]$, αντίστοιχα, και H, M είναι αδιάστατες παράμετροι στο διάστημα $(0, 1)$, οι οποίες καθορίζουν τη

συμπεριφορά μακροπρόθεσμης εξάρτησης (δυναμική Hurst-Kolmogorov) και την τοπική συμπεριφορά σε κλίμακα (δυναμική fractal) της ανέλιξης, αντίστοιχα. Για την παράμετρο M μπορεί να χρησιμοποιηθεί απλοποιητικά η τιμή $M = 1/2$.

Βάσει αυτών των παραδοχών η γενική εξίσωση απλοποιείται ως εξής:

$$x = \lambda_1^2 \frac{(1/2 - \xi)}{\xi \mu} \left(1 + \frac{k}{\alpha}\right)^{2H-2} \left(\left(\frac{T}{\beta}\right)^\xi - 1\right) \quad (3.5)$$

Από την εξίσωση αυτή είναι φανερό ότι η απλοποιημένη συναρτησιακή σχέση μπορεί να γραφεί στην εξής συνεκτική μορφή:

$$x = \frac{b(T)}{a(k)} \quad (3.6)$$

όπου οι $b(T)$ και $a(k)$ είναι συναρτήσεις της περιόδου επαναφοράς και της χρονικής κλίμακας, αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η συνάρτηση $a(k)$ έχει την ακόλουθη γενική μορφή, ως προσέγγιση για μικρές κλίμακες (Koutsoyiannis, 2006, 2022):

$$a(k) = \left(1 + \frac{k}{\alpha}\right)^\eta, \quad \eta := 2 - 2H \quad (3.7)$$

όπου α και η αποτελούν παραμέτρους προς εκτίμηση, με $\alpha > 0$ (μονάδες χρόνου, π.χ. h) και $0 < \eta < 1$ (αδιάστατη).

Αντίστοιχα, η συνάρτηση $b(T)$, υποθέτοντας $\xi > 0$ και θέτοντας $\lambda = (1/2 - \xi)\lambda_1^2 / \xi \mu$, προκύπτει:

$$b(T) = \lambda \left(\left(T/\beta\right)^\xi - 1\right), \quad \xi > 0 \quad (3.8)$$

Στην ειδική περίπτωση $\xi = 0$, λαμβάνοντας τα αντίστοιχα όρια των συναρτήσεων και θέτοντας $\lambda = \lambda_1^2 / 2\mu$ έχουμε

$$b(T) = \lambda \ln(T/\beta), \quad \xi = 0 \quad (3.9)$$

Κατά συνέπεια, η εξίσωση (3.6) παίρνει τη μορφή:

- Για $\xi > 0$:

$$x = \lambda \frac{\left(T/\beta\right)^\xi - 1}{\left(1 + k/\alpha\right)^\eta} \quad (3.10)$$

- Για $\xi = 0$:

$$x = \lambda \frac{\ln(T/\beta)}{\left(1 + k/\alpha\right)^\eta} \quad (3.11)$$

Σημειώνεται ότι η περίπτωση $\xi < 0$, αν και μαθηματικά είναι δυνατή, είναι εντελώς ακατάλληλη για κατανομή ακραίας βροχόπτωσης, αφού προϋποθέτει την ύπαρξη ανώτατου ορίου για τη μεταβλητή, γεγονός που αντίκειται στη φυσική πραγματικότητα. Ακόμα αναφέρεται ότι ούτε η περίπτωση $\xi = 0$,

η οποία δίνει ετήσια μέγιστα που αντιστοιχούν στην κατανομή Gumbel, είναι ενδεδειγμένη για την ακραία βροχοπτώση όπως τεκμηριώνεται από αναλύσεις βροχοπτώσεων σε παγκόσμια κλίμακα (Koutsoyiannis 2004a,b, Papalexiou and Koutsoyiannis, 2013), παρότι ήταν σε ευρεία χρήση κατά το παρελθόν. Για αυτό το λόγο δεν αναπτύσσονται περαιτέρω αυτές οι περιπτώσεις, αλλά η μεθοδολογία επικεντρώνεται στην περίπτωση $\xi > 0$.

Οι παραπάνω εκφράσεις για τη συνάρτηση $b(T)$, βασισμένες στην κατανομή Pareto, προκύπτουν για την περίπτωση που είναι διαθέσιμη η πλήρης χρονοσειρά βροχοπτώσεων και επομένως η περίοδος επαναφοράς της ακραίας βροχοπτώσης μπορεί να οριστεί με βάση αυτή ή με ένα υποσύνολο αυτής που υπερβαίνει ένα δεδομένο κατώφλι (values over threshold). Ωστόσο, εάν η περίοδος επαναφοράς καθορίζεται με βάση σειρές ετήσιων μεγίστων της έντασης βροχοπτώσεων, τότε η συνάρτηση κατανομής που αποδεικνύεται κατάλληλη (Koutsoyiannis, 2004a,b) είναι η κατανομή Γενική Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ· διεθνώς Generalized Extreme Value – GEV – distribution):

$$F(y) = \exp\left(-\left(1 + \xi\left(\frac{y}{\nu} - \psi\right)\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right), \quad y \geq \nu\left(\psi - \frac{1}{\xi}\right) \quad (3.12)$$

όπου ψ (αδιάστατη), $\nu > 0$ (μονάδες ίδιες με αυτές του x) και $\xi > 0$ (αδιάστατη) παράμετροι θέσης, κλίμακας και σχήματος, αντίστοιχα. Η εξίσωση αυτή της ΓΑΤ για $\xi > 0$ μπορεί να παραμετροποιηθεί με τις ίδιες παραμέτρους της Εξίσωσης (3.8) ως εξής:

$$F(y) = \exp\left(-\frac{\Delta}{\beta}\left(\frac{y}{\lambda} + 1\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right) \quad (3.13)$$

όπου $\Delta = 1$ έτος, $\beta = (1 - \xi \psi)^{1/\xi} \Delta$, $\lambda = (1 - \xi \psi) \nu - \xi$ και $\xi > 0$.

Η σχέση (3.13) επιλύεται άμεσα ως προς y . Η μεταβλητή y αντιπροσωπεύει είτε την ένταση βροχής x είτε, ισοδύναμα, το γινόμενο $x a(k)$ (για δεδομένη έκφραση της $a(k)$). Με την προϋπόθεση ότι αναλύονται σειρές ετήσιων μεγίστων, οπότε $F(y) = 1 - \Delta / T$, όπου $\Delta = 1$ έτος, προκύπτει αντίστοιχα για τις δύο περιπτώσεις:

$$x = \lambda \frac{(-(\beta/\Delta) \ln(1 - \Delta/T))^{-\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^\eta}, \quad \xi > 0 \quad (3.14)$$

και

$$b(T) = \lambda \left((-(\beta/\Delta) \ln(1 - \Delta/T))^{-\xi} - 1 \right), \quad \xi > 0 \quad (3.15)$$

Για μικρές περιόδους επαναφοράς, η (3.10) (που αποτελεί πιθανοτική έκφραση της κατανομής Pareto) είναι προφανώς δυσμενέστερη από την αντίστοιχη της (3.14) ενώ για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς ($T > 10$ χρόνια) πρακτικώς η πρώτη ταυτίζεται με τη δεύτερη, δεδομένου ότι για μικρές τιμές του Δ/T ισχύει $\ln [1 - (\Delta/T)] = -(\Delta/T) - (\Delta/T)^2 - \dots \approx -\Delta/T$.

Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τις τελικές σχέσεις και τις παραμέτρους τους. Σημειώνεται ότι οι εξισώσεις είναι διαστατικά ομογενείς, οπότε αν, όπως συνήθως, η ένταση βροχής εκφράζεται σε mm/h, η χρονική κλίμακα σε ώρες (h) και η περίοδος επαναφοράς σε έτη (years), στις ίδιες μονάδες πρέπει να εκφράζονται οι παράμετροι λ , α , β , αντίστοιχα.

Πίνακας 3.1: Σύνοψη των απλοποιημένων συναρτησιακών σχέσεων όμβριων καμπυλών και των παραμέτρων τους, για ένταση βροχής x , χρονική κλίμακα k και περίοδο επαναφοράς T .

Ισχύς	Μαθηματική Σχέση
Για περίοδο επαναφοράς που έχει οριστεί με αναφορά σε σειρές υπεράνω κατωφλίου και συνεπώς μπορεί να πάρει και τιμές μικρότερες από 1 έτος	$x = \lambda \frac{(T/\beta)^\xi - 1}{(1 + k/\alpha)^\eta}$
Για σειρές μεγίστων σε κλίμακα και για περίοδο επαναφοράς που αναφέρεται σε σειρές ετήσιων μεγίστων και κατά συνέπεια παίρνει τιμές μεγαλύτερες από $\Delta = 1$ έτος:	$x = \lambda \frac{(-(\beta/\Delta) \ln(1 - \Delta/T))^{-\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^\eta}$
Τύπος παραμέτρου	Συμβολισμός (συνήθεις μονάδες)
Παράμετρος κλίμακας έντασης βροχής	λ (mm/h)
Παράμετρος σχήματος (δείκτης ουράς)	ξ (-)
Παράμετρος χρονικής κλίμακας κατανομής	β (years)
Παράμετρος χρονικής κλίμακας κλιμακογράμματος	α (h)
Παράμετρος εμμονής	η (-)

Για την εκτίμηση των παραμέτρων των όμβριων καμπυλών εφαρμόζεται μια στατιστική μέθοδος, που αναπτύχθηκε από τον Κουτσογιάννη (1997· βλ. και Koutsoyiannis *et al.*, 1998· Koutsoyiannis, 2022), και υλοποιείται σε δύο βήματα. Στο πρώτο βήμα γίνεται η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης $a(k)$, και στο δεύτερο της συνάρτησης $b(T)$.

Με βάση τους ακόλουθους μετασχηματισμούς παραμέτρων (Koutsoyiannis, 2022)

$$\{\beta = \psi'^{1/\xi} D, \quad \lambda = \lambda' \psi'\} \Leftrightarrow \{\psi' = (\beta/D)^\xi, \quad \lambda' = \lambda(D/\beta)^\xi\} \quad (3.16)$$

οι σχέσεις (3.10) και (3.14) παίρνουν τις ακόλουθες ισοδύναμες εκφράσεις για σειρές μεγίστων υπεράνω κατωφλίου και ετήσιων μεγίστων, αντίστοιχα,

$$x = \lambda' \frac{(T/\Delta)^\xi - \psi'}{(1 + k/\alpha)^\eta} \quad (3.17)$$

και

$$x = \lambda' \frac{(-\ln(1 - \Delta/T))^{-\xi} - \psi'}{(1 + k/\alpha)^\eta} \quad (3.18)$$

Με αυτή τη μορφή είχαν προταθεί στο παρελθόν (Koutsoyiannis *et. al.*, 1998) και είχαν χρησιμοποιηθεί στην πρώτη έκδοση των όμβριων καμπυλών των υδατικών διαμερισμάτων της χώρας.

Παρόλο που τα δύο ζεύγη μαθηματικών σχέσεων είναι ισοδύναμα, οι νέες σχέσεις είναι προτιμότερες ως τη φυσική τους συνέπεια και την αντιπροσωπευτικότητα των παραμέτρων, καθώς και για το γεγονός ότι δεν περιλαμβάνουν παράμετρο θέσης, αλλά μόνο παραμέτρους κλίμακας και αδιάστατες παραμέτρους με φυσική ερμηνεία.

3.2.3 Χάρτες χωρικής μεταβολής παραμέτρων

Η εξίσωση που παρουσιάζει ο Πίνακας 3.1, είναι διαστατικά συνεπής και οι πέντε παράμετροί της έχουν φυσικό ή μαθηματικό νόημα, όπως εξηγείται παρακάτω. Επισημαίνεται ωστόσο ότι η προσαρμογή των παραμέτρων δεν γίνεται στη βάση του φυσικού νοήματος, αλλά της ελαχιστοποίησης του σφάλματος, οπότε η αντιστοιχία δεν είναι απόλυτη, αλλά πάντως βοηθά στην κατανόηση του όλου θεωρητικού πλαισίου.

η [-]: Παράμετρος εμμονής (αδιάστατη), όπου μεγαλύτερες τιμές δείχνουν μικρότερη εμμονή. Ασυμπτωτικά συνδέεται με την παράμετρο Hurst H , με τη σχέση $\eta = 2 - 2H$. Για καθαρά τυχαία διεργασία, $H = 0.5$ και $\eta = 1$, τιμή που αποτελεί και το ανώτατο επιτρεπτό όριο του η . Για απόλυτα έμμονη διεργασία $H = 1$ και $\eta = 0$, τιμή που αποτελεί και το κατώτατο επιτρεπτό όριο του η . Για $H = 0.75$, $\eta = 0.5$, που αποτελεί μια τυπική τιμή του η .

α : Παράμετρος χρονικής κλίμακας (διάσταση [T]) που εκφράζει το ρυθμό απόκλισης του όρου $A := 1/(1 + k/\alpha)$ η από την καθαρή σχέση δύναμης $B := (\alpha/k) \eta$. Για χρονική κλίμακα $k \gg \alpha$ τα A και B πρακτικώς ταυτίζονται. Για $k = \alpha$, ο όρος A ήδη αποκλίνει αρκετά (κατά $1/3$ έως $1/2$) από τη σχέση δύναμης. Για $k \rightarrow 0$ (στιγμιαία χρονική κλίμακα), $A = 1$, ενώ $B \rightarrow \infty$. Για $\alpha \rightarrow 0$ τα A και B τείνουν να ταυτιστούν, λόγω του απειρισμού της έντασης βροχής για στιγμιαία κλίμακα, η σχέση δύναμης και η τιμή $\alpha = 0$ δεν είναι επιτρεπτές. Η τυπική τιμή για την Ελλάδα είναι $\alpha = 0.18$ h (βλ. εδάφιο 8.1 της Τεχνικής Έκθεσης «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα»)), ενώ ένα σύνολο παγκόσμιων ρεκόρ βροχοπτώσεων έχει δώσει $\alpha = 0.07$ h (Koutsoyiannis and Papalexiou, 2017).

ξ : Δείκτης ουράς της κατανομής του ύψους ή της έντασης βροχής (αδιάστατος). Η ελάχιστη τιμή του, $\xi = 0$, αντιστοιχεί σε εκθετική κατανομή του ύψους βροχής (ή κατανομή Gumbel για το ετήσιο μέγιστο ύψος βροχής). Τιμές του $\xi > 0$ αντιστοιχούν σε κατανομή Pareto (ή κατανομή Fréchet για το ετήσιο μέγιστο ύψος βροχής). Για την καλύτερη κατανόηση του νοήματος της παραμέτρου ξ σημειώνεται ότι, εφόσον $\xi > 0$, οι ροπές της κατανομής τάξης p είναι πεπερασμένες μόνο για $p < 1/\xi$, ενώ $p > 1/\xi$ οι ροπές απειρίζονται. Συνεπώς τιμές $\xi \geq 1$, αντιστοιχούν σε άπειρη μέση τιμή του ύψους ή της έντασης βροχής, κάτι που δεν έχει φυσικό νόημα. Τιμές $\xi \geq 1/2$ δεν θεωρούνται επιτρεπτές γιατί απειρίζουν τη διασπορά ($p = 2$) του ύψους ή της έντασης βροχής. Τιμές $\xi \geq 1/3$ και $\xi \geq 1/4$ απειρίζουν την ασυμμετρία ($p = 3$) και την κύρτωση ($p = 4$) της κατανομής του ύψους ή της έντασης βροχής. Η τυπική τιμή για την Ελλάδα είναι $\xi = 0.18$ (βλ. εδάφιο 8.2 της Τεχνικής Έκθεσης «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα»)), ενώ η παγκόσμια διερεύνηση ακραίων βροχοπτώσεων έχει δώσει $\xi = 0.13$ έως 0.15 (Koutsoyiannis, 1999, 2004b). Οι τιμές αυτές δίνουν πεπερασμένη μέση τιμή, διασπορά, ασυμμετρία και κύρτωση της κατανομής.

β : Παράμετρος κλίμακας περιόδου επαναφοράς (διάσταση [T]) που εκφράζει τη μέση χρονική απόσταση δύο βροχερών περιόδων (π.χ. ημερών). Υπενθυμίζεται ότι η πιο πάνω απλουστευμένη έκφραση των όμβριων καμπυλών βασίζεται στην παραδοχή ότι ο λόγος της χρονικής κλίμακας k προς την πιθανότητα βροχερού διαστήματος ίσου με k , $P1(k)$ είναι σταθερός, ίσος με β , ήτοι $\beta = k/P1(k)$. Θεωρώντας $k = 1$ d, βρίσκουμε $\beta = 1 \text{ d}/P1(1 \text{ d}) = N/\nu \text{ d}$, όπου $N \approx 365$ ο αριθμός ημερών του έτους και ν ο μέσος αριθμός βροχερών ημερών του έτους, οπότε ο λόγος N/ν είναι η μέση χρονική απόσταση δύο βροχερών ημερών. Αν βρέχει κάθε μέρα, τότε $\nu \approx 365$ και η μέση χρονική απόσταση βροχερών ημερών είναι $\beta = 1 \text{ d}$. Αν βρέχει το 20% των ημερών (όπως είναι η τυπική τιμή για την Ελλάδα), τότε $\beta = 1/0.2 = 5 \text{ d} = 0.0137 \text{ years}$. Δεδομένου ότι το ύψος βροχής έχει κατώτερο όριο το 0, αν θέσουμε $T = \beta$, τότε θα πρέπει η όμβρια εξίσωση να μας δώσει $x = 0$, κάτι που πράγματι συμβαίνει. Τιμές $T < \beta$ δεν έχουν νόημα. Ομοίως, χρονικές κλίμακες $k > \beta$ δεν μπορούν να περιγραφούν από την πιο πάνω απλουστευμένη εξίσωση.

λ : Παράμετρος κλίμακας της έντασης βροχής (διαστάσεις [L T⁻¹], χαρακτηριστική της στιγμιαίας έντασης ($k = 0$) περιόδου επαναφοράς ενός έτους ($T = 1 \text{ year}$). Πράγματι, για $k = 0$, για τυπικές τιμές $\xi = 0.16$, $P1(1 \text{ d}) = 0.2$, οπότε $\beta = 5 \text{ d}$, και για $T = 1 \text{ year} = 365 \text{ d}$, προκύπτει $(T/\beta) \xi = (365/5) 0.16 = 2$, οπότε $x(0, 1 \text{ year}) = \lambda$.

Συνεπώς από τα παραπάνω εξάγονται τα κάτωθι συμπεράσματα σχετικά με τις παραμέτρους της νέας εξίσωσης έντασης βροχής x σε mm/h, χρονική κλίμακα αναφοράς k σε h, περίοδο επαναφοράς T σε έτη:

$$x = \lambda * \frac{(T/\beta)^{\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta}} \quad (3.19)$$

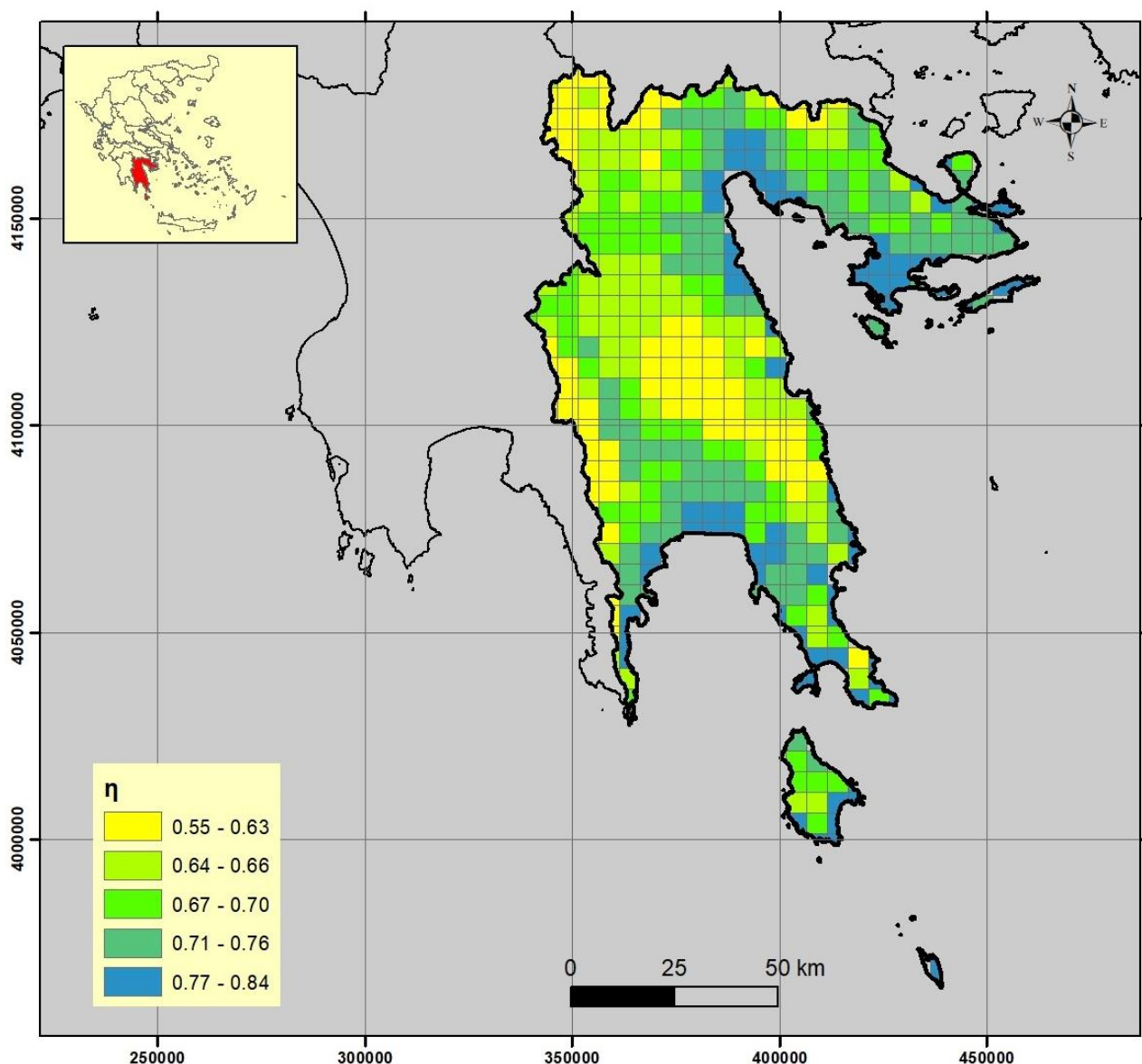
Δύο παράμετροι είναι ενιαίες στο σύνολο της χώρας:

- η παράμετρος χρονικής κλίμακας κλιμακογράμματος $\alpha = 0.18 \text{ h}$ και
- η παράμετρος σχήματος (δείκτη ουράς) $\xi = 0.18$

Εκτός των δύο παραπάνω ενιαίων παραμέτρων για το σύνολο της χώρας, στην παραπάνω εξίσωση υπάρχουν και τρεις χωρικά μεταβαλλόμενες παράμετροι:

- **Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου εμμονής**

Στο Σχήμα 3.1 απεικονίζεται η γεωγραφική κατανομή των γενικευμένων εκτιμήσεων της παραμέτρου η στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) από τα δεδομένα βροχογράφων, αφού προηγήθηκε η σημειακή τους επανεκτίμηση με δεσμευμένη την τιμή της παραμέτρου $\alpha = 0.18 \text{ h}$ (βλ. εδάφιο 8.1, της Τεχνικής Έκθεσης «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα»)).



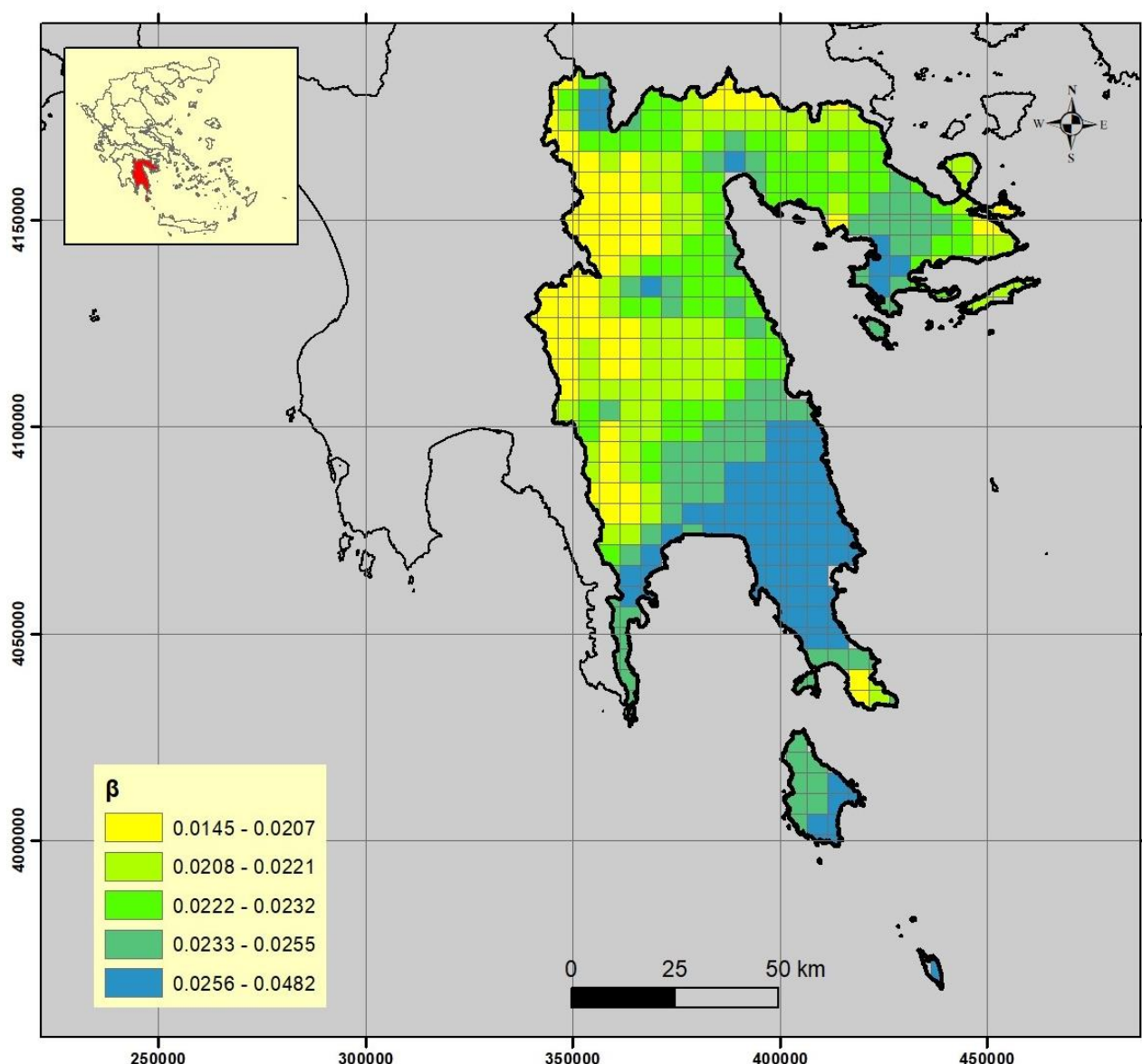
Σχήμα 3.1 : Χωρική κατανομή παραμέτρου «η» για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

- Γεωγραφική κατανομή παραμέτρων χρονικής κλίμακας κατανομής β και κλίμακας έντασης βροχής λ

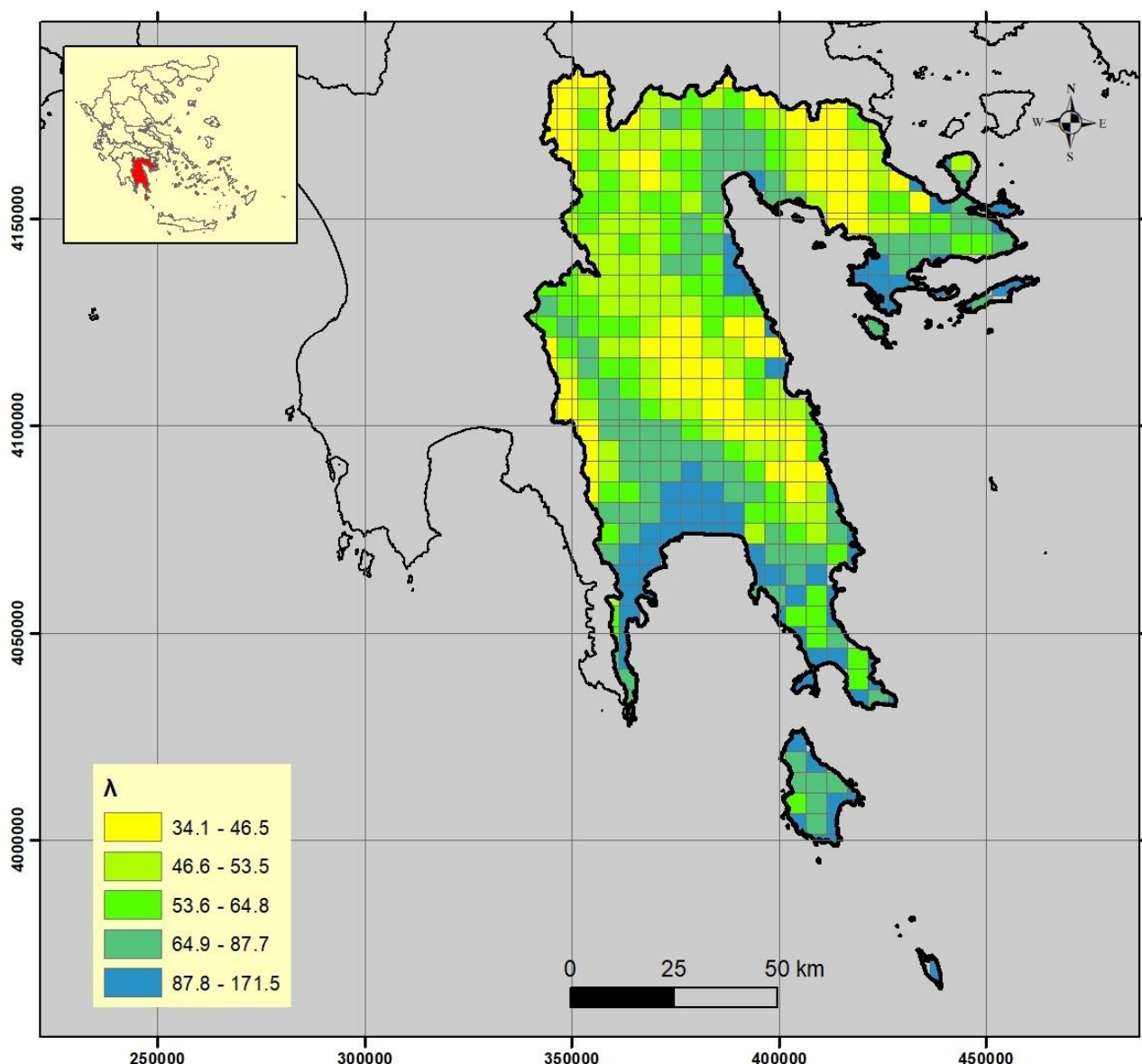
Για τη διερεύνηση της γεωγραφικής κατανομής των σημειακών εκτιμήσεων των παραμέτρων β και λ έγιναν δοκιμές εφαρμογής των μεθόδων BSS/BSSE καθώς και της μεθόδου IDW όπως αυτές περιγράφηκαν στο εδάφιο 3.4, της Τεχνικής Έκθεσης «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα)». Επίσης, πέραν της απευθείας μοντελοποίησης των παραμέτρων β και λ , εξετάστηκε και η μοντελοποίηση των εναλλακτικών παραμέτρων x_1 και r_x , η οποία αξιολογήθηκε ως πιο αποτελεσματική στο χώρο (βλ. εδάφιο 3.5.2, της Τεχνικής Έκθεσης «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα)»)).

Συγκεκριμένα, εκτιμήθηκαν (με δεσμευμένα $\xi = 0.18$, $\alpha = 0.18$ h και η , όπως προέκυψε από το μοντέλο BSSE) οι τιμές x_1 και x_2 ως εντάσεις της μέγιστης βροχόπτωσης στην κλίμακα 24 h για περιόδους επαναφοράς $T1 = 2$ έτη και $T2 = 100$ έτη, αντίστοιχα, καθώς και ο λόγος τους r_x . Μετά από εξέταση της ύπαρξης συσχετίσεων μεταξύ των εν λόγω παραμέτρων, προκρίθηκε η χρήση του ζεύγους παραμέτρων x_1 και r_x , οι οποίες βρέθηκαν ασυσχέτιστες μεταξύ τους και άρα η από κοινού πληροφορία προκύπτει περισσότερη.

Οι τελικές επιφανειακές εκτιμήσεις των β^* και λ^* για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.2 και στο Σχήμα 3.3 αντίστοιχα.



Σχήμα 3.2 : Χωρική κατανομή παραμέτρου « β » για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)



Σχήμα 3.3 : Χωρική κατανομή παραμέτρου «λ» για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

3.2.4 Προσδιορισμός παραμέτρων ομβρίων καμπυλών

Στο πρώτο στάδιο της προσαρμογής των όμβριων καμπυλών εκτιμώνται οι παράμετροι της χρονικής κλίμακας (α , η) για το $\frac{1}{2}$ των υψηλότερων τιμών κάθε κλίμακας βροχογράφου. Επισημαίνεται ότι η παράμετρος α είναι εξαιρετικά ευαίσθητη στην περιοχή των μικρών κλιμάκων και ιδανικά για τον ασφαλή προσδιορισμό της απαιτούνται δεδομένα σε κλίμακα μικρότερη της ώρας. Για αυτό το λόγο ενώ τυπικές τιμές της παραμέτρου προκύπτουν γενικά < 1 (h), σε βροχογράφους με χρονική διακριτότητα μεγαλύτερη της ώρας, όπως π.χ. στους βροχογράφοι της ΔΕΗ με βήμα 2 h, οι τιμές της παραμέτρου προκύπτουν αρκετά μεγαλύτερες και δεν συνιστώνται για ευρεία χρήση. Παρόλα αυτά τα δείγματα τέτοιων βροχογράφων δεν απορρίπτονται εξ αρχής καθώς είναι αξιοποιήσιμα για την προσδιορισμό της παραμέτρου η .

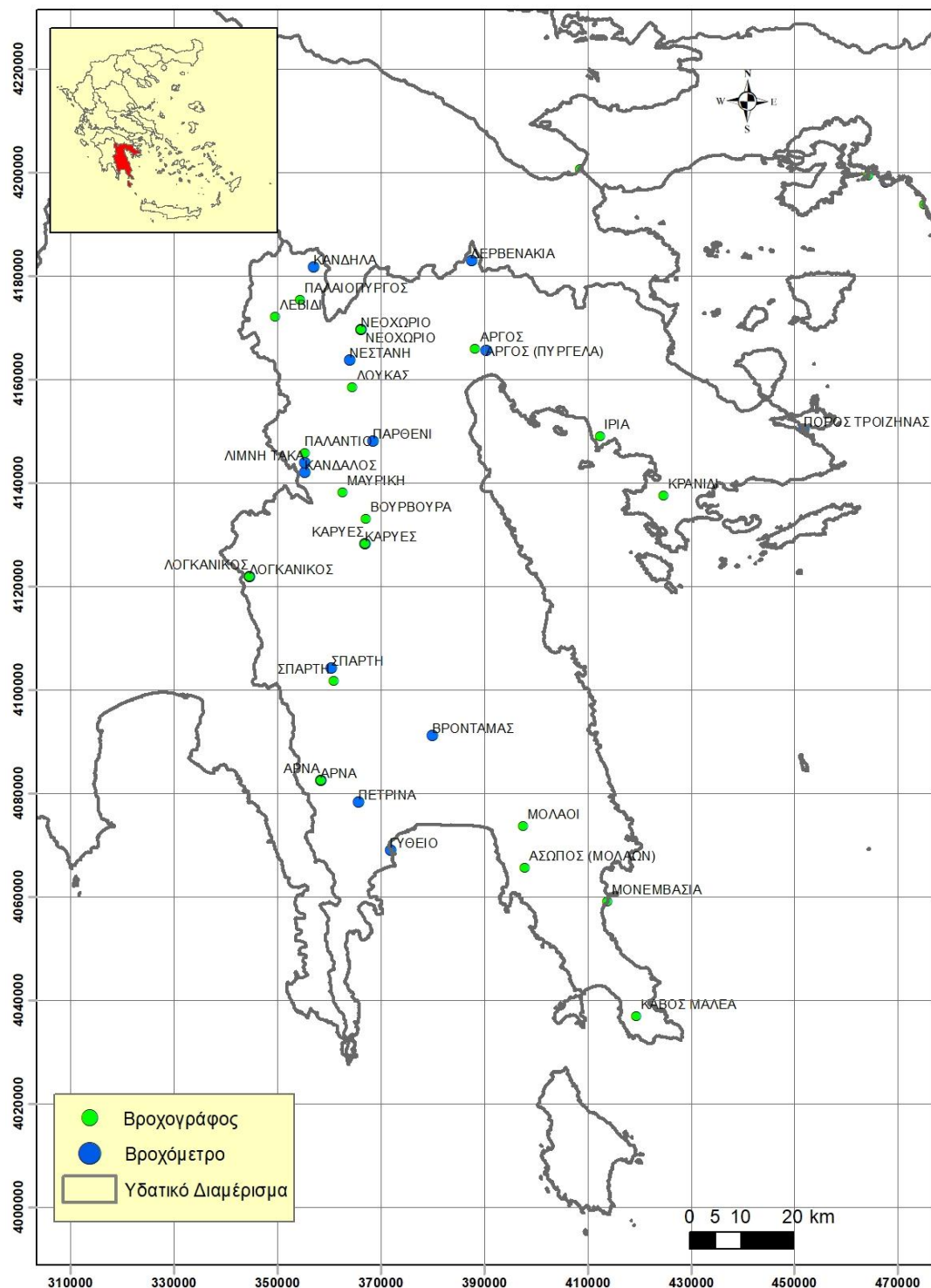
Οι παράμετροι της συνάρτησης κατανομής προσαρμόζονται στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των μη κεντρικών K -ροπών. Συγκεκριμένα, προσαρμόζεται η θεωρητική συνάρτηση κατανομής ΓΑΤ στα δείγματα των μέγιστων υψών ή εντάσεων βροχής στην κλίμακα 24 h. Εναλλακτικά, η συνάρτηση κατανομής μπορεί να προσαρμοστεί στις εντάσεις όλων των χρονικών κλιμάκων εφόσον αναχθούν κατάλληλα με τη συνάρτηση χρονικής κλίμακας $a(k)$. Μετά από εμπειρικές δοκιμές των δύο μεθόδων, προκρίθηκε η προσαρμογή στην κλίμακα 24 h αντί της ταυτόχρονης προσαρμογής σε όλες τις κλίμακες, λόγω της εξάλειψης της ενδοημερήσιας περιοδικότητας της βροχόπτωσης σε αυτήν την κλίμακα, της σημασίας της κλίμακας 24 h στον υδρολογικό σχεδιασμό, και τέλος, της γενικής διαθεσιμότητας δεδομένων στην 24 h κλίμακα από βροχόμετρα.

Σημειώνεται ότι για τον προσδιορισμό της συνάρτησης κατανομής αξιοποιούνται κατά κανόνα τα δείγματα των βροχόμετρων λόγω γενικά μεγαλύτερου μήκους και μεγαλύτερης αξιοπιστίας στην καταγραφή των μεγάλων υψών βροχής. Έτσι σε περίπτωση που στην ίδια θέση υπάρχει και βροχογράφος και βροχόμετρο, ο βροχογράφος αξιοποιείται για την προσαρμογή της εξίσωσης χρονικής κλίμακας και το βροχόμετρο για την προσαρμογή της συνάρτησης κατανομής. Σε περίπτωση που δεν διατίθεται βροχόμετρο στην ίδια θέση, η προσαρμογή πραγματοποιείται στην κλίμακα 24 h του βροχογράφου. Στις θέσεις όπου υπάρχει μόνο βροχόμετρο δεν είναι δυνατή η κατάρτιση της πλήρους όμβριας καμπύλης λόγω της αδυναμίας προσδιορισμού της εξίσωσης χρονικής κλίμακας. Παρόλα αυτά, όλα τα δείγματα των βροχόμετρων χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των παραμέτρων της κατανομής της έντασης μέγιστης βροχής 24 h ώστε να αξιοποιηθούν κατά το στάδιο της χωρικής γενίκευσης των παραμέτρων.

Μέσω αντίστοιχων δοκιμών, διερευνήθηκε ακόμα ο αριθμός των ροπών που χρησιμοποιούνται στην προσαρμογή της συνάρτησης κατανομής. Βρέθηκε ότι η χρήση πολλών ροπών στην προσαρμογή της κατανομής οδηγεί σε προβληματική προσαρμογή στις χαμηλές και μέσες περιόδους επαναφοράς, καθώς οι υψηλές ροπές επισείουν μεγάλο βάρος στην προσαρμογή στις ακραίες τιμές. Δεδομένου ότι οι όμβριες καμπύλες είναι εργαλείο σχεδιασμού για ένα μεγάλο εύρος περιόδων επαναφοράς (τυπικά 2-1000 ετών), είναι σημαντικό να προσαρμόζονται εξίσου καλά στις μικρές και μεσαίες περιόδους επαναφοράς που χαρακτηρίζουν τα συνήθη έργα. Για αυτό το λόγο προκρίνεται η χρήση μόνο των πρώτων 20 K -ροπών (εφόσον είναι δυνατόν από το διαθέσιμο μήκος δείγματος) στην προσαρμογή της κατανομής και η αξιοποίηση των υψηλότερων ροπών για λόγους σύγκρισης/επαλήθευσης. Και σε αυτήν την περίπτωση βέβαια οι χρησιμοποιούμενες ροπές είναι πολύ περισσότερες από αυτές που χαρακτηρίζουν τις τυπικές στατιστικές αναλύσεις, όπου συνήθως εκτιμώνται μόνο οι 4 πρώτες κλασικές ροπές.

Η τελική εκτίμηση των παραμέτρων της κατανομής πραγματοποιείται με ελαχιστοποίηση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος ανάμεσα στους λογαρίθμους των εμπειρικών και των θεωρητικών K -ροπών, με χρήση στοχαστικού εξελικτικού αλγορίθμου βελτιστοποίησης.

Οι τιμές των σημειακών όμβριων καμπυλών στις θέσεις των βροχογράφων για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) δίνονται στον Πίνακα 3.2 ενώ ο Πίνακας 3.3 παρουσιάζει τις παραμέτρους της συνάρτησης κατανομής της έντασης μέγιστης βροχής στην κλίμακα 24 h σε όλες τις θέσεις των βροχόμετρων.



Σχήμα 3.4: Γεωγραφική κατανομή σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή σημειακών όμβριων καμπυλών στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (ΕΛ03).

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση αυτή, η παράμετρος κλίμακας της κατανομής της έντασης 24 h δεν είναι άμεσα συγκρίσιμη με την παράμετρο κλίμακας της όμβριας καμπύλης αλλά απαιτεί κατάλληλη προσαρμογή. Αν συμβολίσουμε με $x_T^{(24\text{ h})}$ την ένταση βροχής για τον τυχόντα σταθμό και για χρονική

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

κλίμακα 24 h τότε το μέγεθος $y_T := x_T^{(24\text{ h})} (1 + 24/\alpha)^\eta$, η κατανομή του οποίου, ορίζει τη συνάρτηση $b(T)$ της σχέσης όμβριων καμπυλών, θα έχει την ίδια συνάρτηση κατανομής με το $x_T^{(24\text{ h})}$ με ίδιες παραμέτρους β και ξ , και παράμετρο κλίμακας λ ανάλογη αυτής του $x_T^{(24\text{ h})}$ με συντελεστή αναλογίας $(1 + 24/\alpha)^\eta$.

Πίνακας 3.2: Σημειακές τιμές παραμέτρων $\alpha, \eta, \xi, \lambda, \beta$ μοντέλου όμβριων καμπυλών για τις θέσεις βροχογράφων στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).

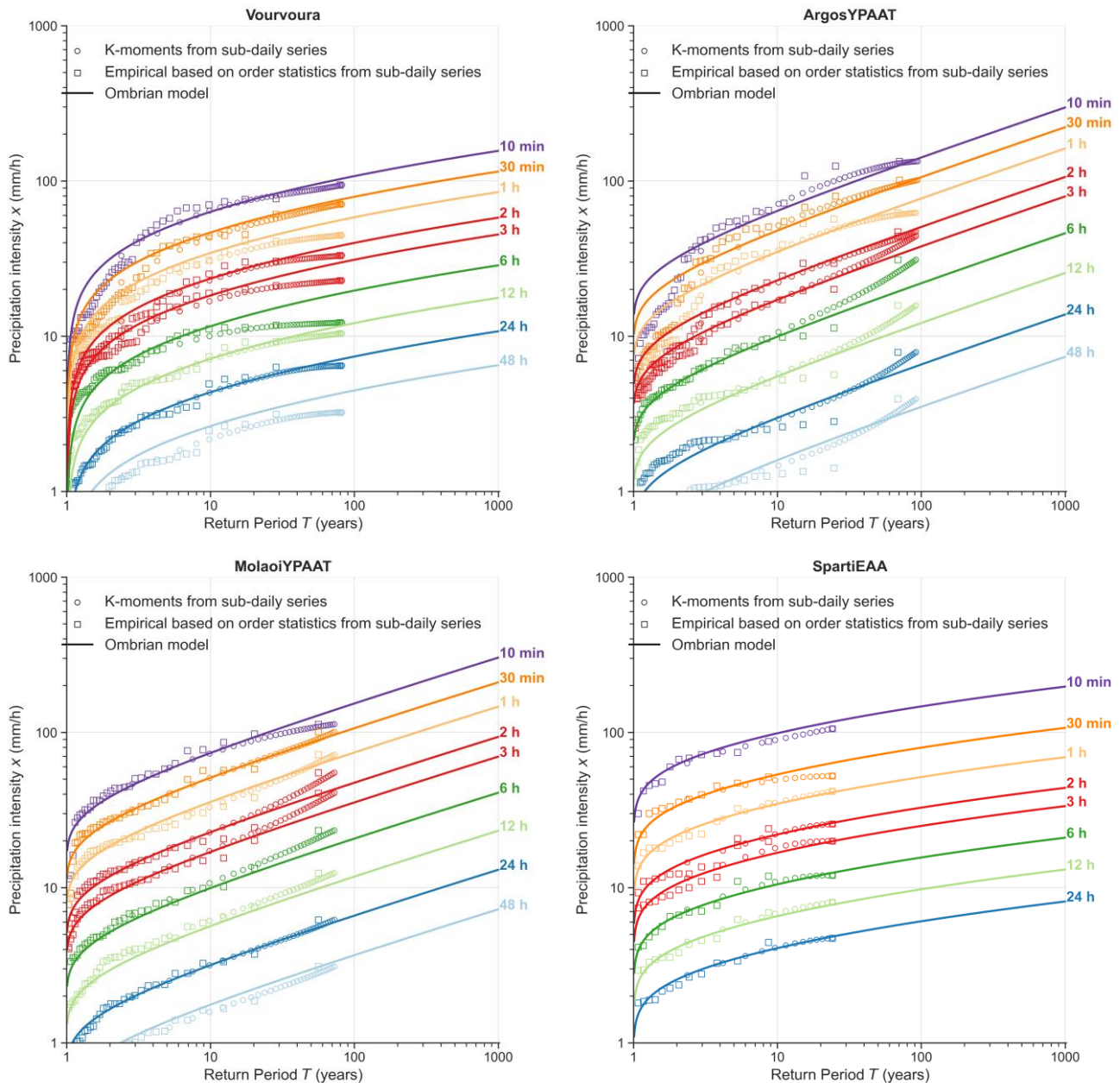
α/α	Ονομασία	α (h)	η (-)	ξ (-)	λ (mm/h)	β (years)
1	ΑΡΓΟΣ	0.73	0.93	0.31	10.70	0.010
2	ΑΡΝΑ	0.38	0.59	0.02	878.81	0.093
3	ΑΣΩΠΟΣ (ΜΟΛΛΩΝ)	0.35	0.82	0.34	35.92	0.135
4	ΒΟΥΡΒΟΥΡΑ	0.48	0.74	0.05	356.36	0.184
5	ΙΡΙΑ	0.36	0.94	0.04	394.19	0.020
6	ΚΑΒΟΣ ΜΑΛΕΑ	0.13	0.67	0.05	509.56	0.016
7	ΚΑΡΥΕΣ	0.47	0.70	0.06	242.80	0.097
8	ΚΡΑΝΙΔΙ	0.24	0.81	0.02	1977.43	0.227
9	ΛΕΒΙΔΙ	0.35	0.68	0.01	1045.97	0.075
10	ΛΟΓΚΑΝΙΚΟΣ	0.41	0.78	0.04	484.56	0.035
11	ΛΟΥΚΑΣ	0.02	0.50	0.03	2443.19	0.405
12	ΜΑΥΡΙΚΗ	0.56	0.73	0.05	788.13	0.691
13	ΜΟΛΛΟΙ	0.46	0.86	0.28	16.83	0.010
14	ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ	0.16	0.75	0.02	2256.08	0.202
15	ΝΕΟΧΩΡΙΟ	0.75	0.69	0.02	800.93	0.206
16	ΠΑΛΑΙΟΠΥΡΓΟΣ	0.38	0.66	0.03	604.77	0.302
17	ΠΑΛΑΝΤΙΟ	0.48	0.70	0.01	754.67	0.010
18	ΣΠΑΡΤΗ	0.07	0.69	0.02	1731.04	0.049

Πίνακας 3.3: Σημειακές τιμές παραμέτρων της συνάρτησης κατανομής της έντασης μέγιστης βροχής σε κλίμακα 24 h από τα διαθέσιμα βροχόμετρα στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).

α/α	Ονομασία	ξ (-)	$\lambda^{(24\text{ h})}$ (mm/h)	β (years)
1	ΑΡΓΟΣ (ΠΥΡΓΕΛΑ)	0.03	41.70	0.388
2	ΑΡΝΑ	0.02	76.80	0.093
3	ΒΡΟΝΤΑΜΑΣ	0.22	1.18	0.010
4	ΓΥΘΕΙΟ	0.02	96.28	0.201
5	ΔΕΡΒΕΝΑΚΙΑ	0.01	53.44	0.047
6	ΚΑΝΔΑΛΟΣ	0.01	46.12	0.010
7	ΚΑΝΔΗΛΑ	0.31	0.68	0.010
8	ΚΑΡΥΕΣ	0.06	15.52	0.097
9	ΛΙΜΝΗ ΤΑΚΑ	0.01	48.51	0.010
10	ΛΟΓΚΑΝΙΚΟΣ	0.04	19.89	0.035
11	ΝΕΟΧΩΡΙΟ	0.02	71.69	0.206
12	ΝΕΣΤΑΝΗ	0.06	11.41	0.041
13	ΠΑΡΘΕΝΙ	0.02	36.82	0.089
14	ΠΕΤΡΙΝΑ	0.01	70.89	0.057
15	ΠΟΡΟΣ ΤΡΟΙΖΗΝΑΣ	0.02	46.60	0.065
16	ΣΠΑΡΤΗ	0.25	1.12	0.010

Η συμφωνία των εκτιμήσεων με τα εμπειρικά δεδομένα ελέγχεται αρχικά με βάση την αξιολόγηση των διαγραμμάτων όμβριων καμπυλών σε δειγματοληπτικά επιλεγμένους σταθμούς από το σύνολο

των ΥΔ. Οι συναρτήσεις κατανομής ΓΑΤ που ορίζονται από το εκτιμημένο σύνολο παραμέτρων για διάφορες χαρακτηριστικές χρονικές κλίμακες φαίνονται στο Σχήμα 3.5 για 4 σταθμούς (βροχογράφων/ βροχομέτρων ανάλογα με τα διαθέσιμα δείγματα) σε αντιπροσωπευτικές θέσεις του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03). Στα ίδια σχήματα έχουν χαραχτεί και οι εμπειρικές συναρτήσεις κατανομής με περιόδους επαναφοράς με βάση τη σχέση 2.34 του εδαφίου 2.4 της Τεχνικής Έκθεσης «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα» καθώς και με βάση την ανάλυση των *K*-ροπών. Από τα σχήματα προκύπτει ότι οι εμπειρικές συναρτήσεις κατανομής βρίσκονται γενικώς σε καλή συμφωνία με τις θεωρητικές, με ορισμένες μη συστηματικές αποκλίσεις στις υψηλότερες τιμές μεγίστων από δεδομένα βροχογράφων. Υπάρχουν και ορισμένες περιπτώσεις όπου το μοντέλο δεν προσαρμόζεται πολύ καλά στα σημειακά δεδομένα εξαιτίας αποκλίσεων μεταξύ των τιμών βροχόμετρου και βροχογράφου στην ίδια θέση σταθμών. Είναι προφανές ότι σε τέτοιες περιπτώσεις η τέλεια προσαρμογή του μοντέλου σημειακά είναι εξαιρετικά αβέβαιη, αντίθετα αναδεικνύεται η σημασία της ευρωστίας της ταυτόχρονης χρήσης πολλαπλών δειγμάτων κατά το στάδιο της χωρικής επεξεργασίας.



Σχήμα 3.5: Θεωρητικές και εμπειρικές κατανομές μέγιστων εντάσεων βροχογράφων και βροχομέτρων σε κλίμακα (ανάλογα με τα διαθέσιμα δείγματα) σε χαρακτηριστικές θέσεις σταθμών του ΥΔ 03: Βούρβουρα, Άργος, Μολάοι και Σπάρτη. Οι εμπειρικές κατανομές των εντάσεων απεικονίζονται για λόγους σύγκρισης με βάση δύο προσεγγίσεις (α) τις K-ροπές και (β) τη σχέση (2.34).

3.3 Κατάρτιση υετογραμμάτων εκτίμησης πλημμυρικών αιχμών

3.3.1 Επιφανειακή αναγωγή σημειακών εκτιμήσεων βροχόπτωσης

Για την υδρολογική προσομοίωση μιας λεκάνης απορροής απαιτείται, ως δεδομένο εισόδου, το επιφανειακό υετογράφημα της κάθε υπολεκάνης της. Για τον σκοπό αυτό, πρώτα παράγονται τα

σημειακά υετογραφήματα στους σταθμούς της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος, που ακολούθως ολοκληρώνονται στην επιφάνεια κάθε υπολεκάνης.

Το υετογράφημα της καταιγίδας σχεδιασμού είναι η χρονική κατανομή του ύψους βροχής που πέφτει σε μια λεκάνη. Στη συνήθη πρακτική, χρησιμοποιείται ένα υετογράφημα για όλες τις υπολεκάνες μιας λεκάνης απορροής το οποίο θεωρείται αντιπροσωπευτικό για όλη την ένταση. Η πρακτική αυτή ακολουθείται ακόμα και σε περιπτώσεις λεκανών απορροής έκτασης πολλών τετραγωνικών χιλιομέτρων, όπου είναι προφανές ότι η εκτίμηση αυτή δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε να γίνει αξιοποίηση όλων των δεδομένων που προέκυψαν κατά το στάδιο κατάρτισης των όμβριων καμπυλών και να γίνει υπολογισμός διαφορετικών υετογραφημάτων σε κάθε υπολεκάνη. Με αυτό τον τρόπο περιγράφεται με τη μέγιστη διαθέσιμη αξιοπιστία η χωρική μεταβολή των ισχυρών βροχοπτώσεων.

Για την παραγωγή διαφορετικού υετογραφήματος για κάθε υπολεκάνη είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι παράμετροι της όμβριας καμπύλης (παράγραφος 3.2.4).

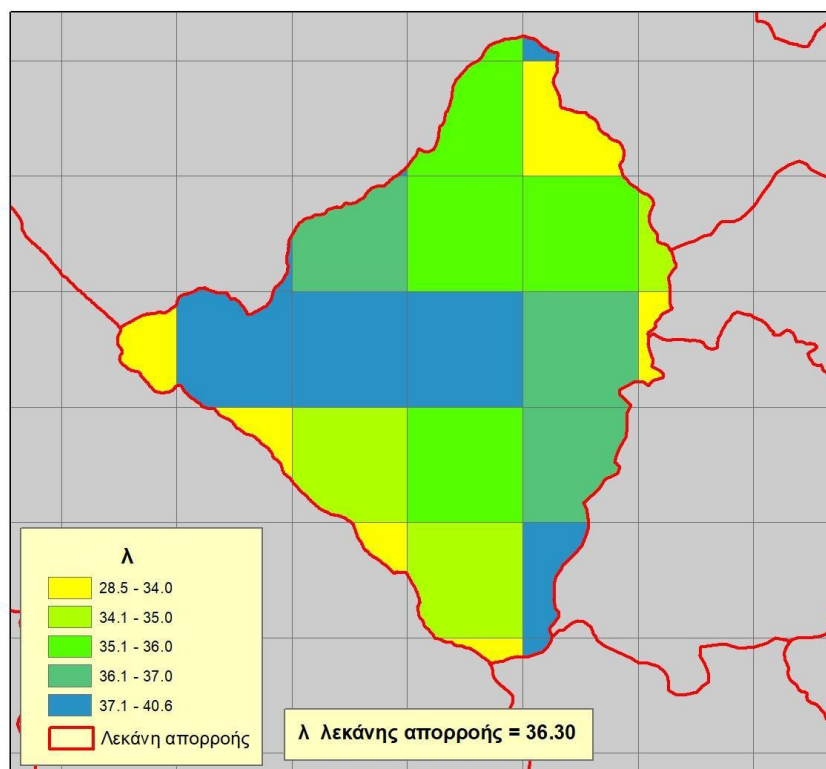
Με βάση τις γενικευμένες όμβριες καμπύλες που παράχθηκαν σε ψηφιακή μορφή (πολυγωνικό αρχείο shapefile), προτείνεται η εξής διαδικασία, η οποία μπορεί να υλοποιηθεί σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας:

1. Χρησιμοποιείται το πολύγωνο της λεκάνης απορροής ενδιαφέροντος για να επιλεγούν με χωρική επεξεργασία (clip) τα πολύγωνα του κανάβου που βρίσκονται εντός των ορίων της (Σχήμα 3.6).
2. Εκτιμάται το ποσοστό της έκτασης κάθε πολυγώνου στη λεκάνη απορροής.
3. Η τιμή της κάθε παραμέτρου εκτιμάται ως σταθμισμένος μέσος όρος των τιμών των πολυγώνων, με βάρος ίσο με το ποσοστό της έκτασης κάθε πολυγώνου στη λεκάνη (όπως εφαρμόζεται και στη μέθοδο των πολυγώνων Thiessen).
4. Εκτιμάται η μέση σημειακή βροχόπτωση σχεδιασμού για τη λεκάνη εφαρμόζοντας την εξίσωση των όμβριων καμπυλών, για ένταση βροχής x (mm/h), χρονική κλίμακα αναφοράς k (h), και περίοδο επαναφοράς T (έτη):

$$x = \lambda * \frac{(T/\beta^*)^\xi - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta^*}}$$

με τις ενιαίες παραμέτρους $\alpha = 0.18$ h και $\xi = 0.18$, και τις γεωγραφικά μεταβαλλόμενες παραμέτρους λ^* , β^* , η^* όπως προέκυψαν από το βήμα 3.

5. Οι σημειακές εντάσεις βροχής που προκύπτουν από το βήμα 4 ανάγονται σε επιφανειακές εντάσεις βροχής με πολλαπλασιασμό επί τον συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (ή συντελεστή ανομοιομορφίας) ϕ (βλ. Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999). Εκτενέστερη αναφορά και επεξήγηση στο συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (ή συντελεστή ανομοιομορφίας) ϕ γίνεται στην ακόλουθη Παράγραφο 3.3.2 της παρούσης.



Σχήμα 3.6 : Παράδειγμα εκτίμησης τιμής παραμέτρου λ στο επίπεδο λεκάνης απορροής.

3.3.2 Συντελεστής ανομοιομορφίας βροχόπτωσης

Επειδή οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών έχουν προκύψει με βάση στατιστικές αναλύσεις σημειακών τιμών βροχής (συγκεκριμένα, δείγματα μέγιστων βροχοπτώσεων από βροχόμετρα και βροχογράφους), θεωρείται ότι και τα υετογραφήματα των υπολεκάνων επίσης αναφέρονται στην σημειακή κλίμακα. Ωστόσο, είναι γνωστό ότι όταν η χωρική κλίμακα ενός επεισοδίου καταιγίδας είναι σχετικά μεγάλη, η σημειακή ένταση βροχής, i , είναι αισθητά μεγαλύτερη από τη μέση επιφανειακή ένταση i_m . Για τον λόγο αυτό, απαιτείται η αναγωγή (απομείωση) των σημειακών εντάσεων (ή υψών βροχής) σε επιφανειακές μέσες εντάσεις (ή ύψη βροχής) της αντίστοιχης χωρικής ενότητας (λεκάνη απορροής ή υπολεκάνη).

Σημειώνεται ότι ο συντελεστής φ εφαρμόζεται τόσο για το συνολικό ύψος βροχής που αντιστοιχεί στη συνολική διάρκεια της βροχής σχεδιασμού όσο και για τα τμηματικά ύψη βροχής που αντιστοιχούν σε κάθε επιμέρους χρονική κλίμακα εντός του υετογραφήματος.

Εκτεταμένες εμπειρικές διερευνήσεις σχετικά με τη μεταβολή του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής συναρτήσει της μεταβολής της έκτασης και της διάρκειας έχουν γίνει τόσο στις ΗΠΑ, όσο και στη Μεγάλη Βρετανία. Τα αποτελέσματα των διερευνήσεων δίνονται υπό μορφή διαγραμμάτων ή πινάκων. Στα πινακοποιημένα αποτελέσματα του UK-NERC (1975), τα οποία είναι και τα πληρέστερα τόσο ως προς το εύρος μεταβολής της διάρκειας (από 1

min ως 25 ημέρες) όσο και της έκτασης (από 1 ως 30 000 km²) προσαρμόστηκε η ακόλουθη αναλυτική έκφραση (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Οι σημειακές εντάσεις βροχής που προκύπτουν από τις εξισώσεις των σημειακών ομβρίων καμπυλών, ανάγονται σε επιφανειακές εντάσεις βροχής με πολλαπλασιασμό επί τον συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (ή συντελεστή ανομοιομορφίας) φ (βλ. Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999):

$$\varphi = \max \left\{ 1 - \frac{0.048A^{0.36-0.01\ln A}}{k^{0.35}}, 0.25 \right\} \quad (3.20)$$

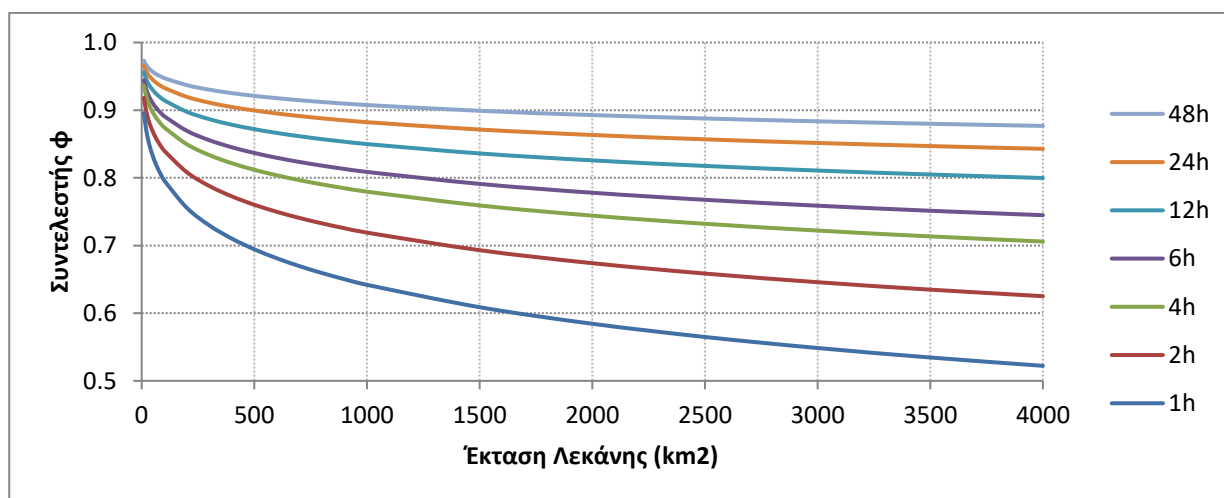
Όπου:

φ : Αδιάστατος συντελεστής επιφανειακής αναγωγής ($\varphi = i_m/i$)

A : η έκταση της λεκάνης απορροής σε km² και

k : η χρονική κλίμακα σε ώρες h.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται γραφικά η παραπάνω σχέση



Σχήμα 3.7 : Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής (Areal reduction factor)

Στην Ελλάδα δεν έχει γίνει έως τώρα καμία αντίστοιχη συστηματική μελέτη για την εξαγωγή καμπυλών μεταβολής του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής. Βεβαίως τέτοια μελέτη θεωρείται απαραίτητη για να μπορούν να εκτιμώνται με αντικειμενικό τρόπο οι τιμές του συντελεστή αυτού στη χώρα μας. Λόγω αυτής της έλλειψης, για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές της παραπάνω σχέσης, όπως προβλέπεται στις τεχνικές προδιαγραφές, δεδομένου ότι οι τιμές του συντελεστή αναγωγής για δεδομένη έκταση και διάρκεια έχουν αρκετά μικρή γεωγραφική μεταβλητότητα σε σχέση με την πολύ μεγαλύτερη μεταβλητότητα των ομβρίων καμπυλών (Collier & Hardaker, 1996).

Η διαδικασία επιφανειακής αναγωγής, με εφαρμογή του συντελεστή φ , γίνεται κατά τον υπολογισμό των τμηματικών εντάσεων βροχής $i(k, T)$, θεωρώντας την έκταση της συνολικής λεκάνης, A, καθώς

μας ενδιαφέρει η πλημμύρα που καταλήγει στις χαμηλές περιοχές, ήτοι κοντά στην έξοδο. Επισημαίνεται ότι η χρονική κατανομή των τμηματικών υψών βροχής για την παραγωγή του υετογραφήματος σχεδιασμού ανά υπολεκάνη με τη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ γίνεται μετά την εφαρμογή του συντελεστή $\varphi(k, A)$ στα τμηματικά ύψη.

Σημειώνεται ότι η παραπάνω διαδικασία οδηγεί σε σημαντική μείωση των παραγόμενων υψών βροχής, που σε σχετικά μικρές λεκάνες, αφορά μόνο στις μικρές χρονικές κλίμακες. Σε κάθε περίπτωση, η εξομάλυνση των υετογραφημάτων που οφείλεται στην επιφανειακή αναγωγή αντισταθμίζεται από τη μεγάλη διάρκεια των επεισοδίων σχεδιασμού, ήτοι την εφαρμογή διαρκειών που σαφώς υπερβαίνουν τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης. Αυτό συμβαίνει επειδή, καθώς το επεισόδιο βροχής εκτείνεται χρονικά, το έδαφος συσσωρεύει περισσότερη υγρασία.

Τέλος, ο συντελεστής ανομοιομορφίας έχει τις ακόλουθες, εμπειρικά διαπιστωμένες, ιδιότητες (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999) :

- **Είναι πάντα μικρότερος της μονάδας:** Όταν καταγράφεται μέγιστη ένταση στη θέση του βροχογραφικού σταθμού, είναι απίθανο την ίδια στιγμή να καταγράφεται μέγιστη ένταση σε όλη την υπόψη επιφάνεια.
- **Είναι φθίνουσα συνάρτηση της έκτασης:** Η αύξηση της έκτασης της επιφάνειας συνεπάγεται τη μείωση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής.
- **Είναι αύξουσα συνάρτηση της διάρκειας:** η αύξηση της διάρκειας βροχής συνοδεύεται από αύξηση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής
- **Εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από την περίοδο επαναφοράς** και φαίνεται ότι η αύξηση της περιόδου επαναφοράς οδηγεί σε ασθενή μείωση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής· ωστόσο δεν υπάρχουν ακόμη κατηγορηματικά συμπεράσματα για αυτή την εξάρτηση, η οποία δεν έχει διερευνηθεί σε αντίστοιχο βαθμό με αυτές που αναφέρονται στη διάρκεια και την έκταση
- **Προσδιορισμός παραμέτρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής**

3.3.3 Χρονική κατανομή βροχόπτωσης

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές, το υετογράφημα σχεδιασμού παράγεται χρησιμοποιώντας τις σχετικές όμβριες καμπύλες της περιοχής και με βάση:

- **τη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ (alternating block method)** (Chow, Maidment, & Mays, 1988) για πλημμύρες μέσης και υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, ήτοι με περιόδους επαναφοράς 50 και 100 χρόνια
- **τη μέθοδο της δυσμενέστερης διάταξης (worst profile) του υετογραφήματος σχεδιασμού** (United States of the Interior, Bureau of Reclamation, 1977), (Koutsoyiannis, 1994) για πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, ήτοι με περιόδους επαναφοράς 1.000 και 10.000 χρόνια.

Οι παραπάνω μέθοδοι θεωρούνται ως οι πλεονεκτικότερες και συνεπέστερες από τις απλοποιημένες μεθόδους της πράξης όπως οι αδιάστατες αθροιστικές καμπύλες (Κουτσογιάννης, 2010).

Με τις μεθόδους αυτές προσδιορίζονται τα τμηματικά ύψη βροχής των επιμέρους διαρκειών με βάση την όμβρια καμπύλη της υπό μελέτη λεκάνης, που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς μελέτης και σε χρονική κλίμακα ίση με την υπόψη διάρκεια. Τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται στη συνέχεια με τρόπο ώστε να προκύπτει ένας ρεαλιστικός και ταυτόχρονα αρκετά δυσμενής συνδυασμός, στην περίπτωση της μεθόδου των εναλλασσόμενων μπλοκ, ή ο δυσμενέστερος δυνατός συνδυασμός, δηλαδή αυτός που προκαλεί τη δυσμενέστερη αιχμή της παραγόμενης πλημμύρας, στην περίπτωση της μεθόδου της δυσμενέστερης διάταξης. (Κουτσογιάννης, Ευστρατιάδης, Μαμάσης, Δημητριάδης, & Μαχαίρας, 2013)

Οι μέθοδοι αυτές παρουσιάζουν 3 σοβαρά πλεονεκτήματα έναντι άλλων απλών μεθόδων της πράξης :

1. Βασίζονται αποκλειστικά σε δεδομένα που έχουν μετρηθεί στην περιοχή μελέτης (όμβριες καμπύλες) και όχι σε διαγράμματα της βιβλιογραφίας.
2. Οδηγούν σε ένα μοναδικό υετογράφημα σχεδιασμού ή ελέγχου, χωρίς να απαιτείται καμιά πρόσθετη παραδοχή.
3. Έχει δειχτεί μέσω σύγκρισης με πληρέστερα στοχαστικά μοντέλα (Koutsoyiannis, 1994) ότι τα αποτελέσματά τους είναι σαφώς πιο εύλογα και συνεπή, σε σχέση με αυτά της μεθόδου των αδιάστατων αθροιστικών καμπυλών.

Η βασική παραδοχή και των δύο μεθόδων είναι ότι, σε κάθε επιμέρους διάρκεια, το προκύπτον ύψος βροχής έχει την ίδια περίοδο επαναφοράς με το τελικό (συνολικό) ύψος βροχής. Βεβαίως, η παραδοχή αυτή δεν είναι ρεαλιστική, πράγμα που αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημα των δύο μεθόδων. Μολαταύτα θεωρείται ότι η παραδοχή μιας ενιαίας περιόδου επαναφοράς για όλες τις χρονικές κλίμακες είναι πιο ρεαλιστική από την υιοθέτηση μιας αυθαίρετης αδιάστατης χρονικής κατανομής (Κουτσογιάννης, 2010).

Στη συνέχεια δίνεται αναλυτικά η περιγραφή των 2 μεθόδων :

Μέθοδος των εναλλασσόμενων μπλοκ (alternate blocks method)

- Επιλέγεται η διάρκεια της καταιγίδας (D) και το χρονικό βήμα των υπολογισμών (t_R)
- Σε κάθε χρονική στιγμή t υπολογίζεται το αθροιστικό σημειακό και επιφανειακό ύψος βροχής από την όμβρια καμπύλη και το συντελεστή επιφανειακής αναγωγής.

$$hp(t, T) = t \cdot \lambda \cdot \frac{(T/\beta)^{\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta^*}} \quad (3.21)$$

$$h_A(t, T) = \varphi(t, A) \cdot t \cdot \lambda \cdot \frac{(T/\beta)^{\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta^*}} \quad (3.22)$$

Όπου:

- $hp(t, T)$: Σημειακό ύψος βροχής (αθροιστικό) τη χρονική στιγμή t (mm)
 $h_A(t, T)$: Επιφανειακό ύψος βροχής (αθροιστικό) τη χρονική στιγμή t (mm)
 T : Περίοδος επαναφοράς (έτη)

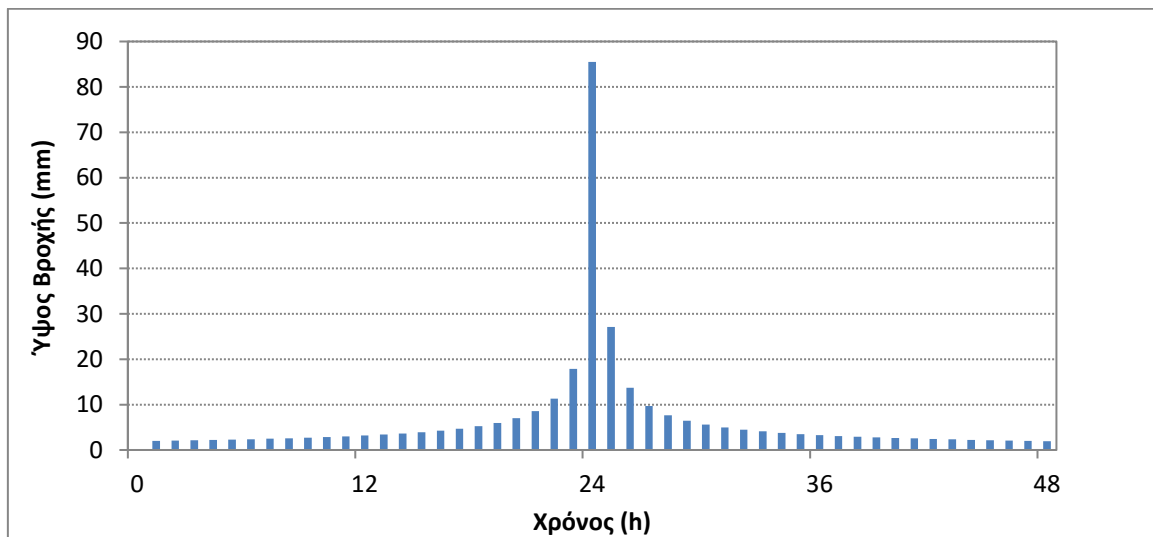
$\varphi(t,A)$: Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής

A : Έκταση λεκάνης

- Σε κάθε χρονική στιγμή υπολογίζεται το τμηματικό ύψος που αντιστοιχεί στη διαφορά του ύψους μιας χρονικής στιγμής από την προηγούμενη

$$h_{A_{\text{τμημ.}}} = h_A(t,T) - h_A(t - \Delta t, T) \quad (3.23)$$

- Τα τμηματικά ύψη βροχής του προηγούμενου βήματος διατάσσονται σε χρονική ακολουθία με το μέγιστο στο μέσο της επιλεγμένης συνολικής διάρκειας βροχής και τα υπόλοιπα σε φθίνουσα σειρά εναλλάξ δεξιά και αριστερά από το κεντρικό μπλοκ.



Σχήμα 3.8 : Υετογράφημα σχεδιασμού με τη μέθοδο των εναλλασσόμενων block

Μέθοδος της δυσμενέστερης διάταξης (worst profile)

- Επιλέγεται η διάρκεια της καταιγίδας (D) και το χρονικό βήμα των υπολογισμών (t_R)
- Για όλα τα χρονικά βήματα t υπολογίζεται το σημειακό και επιφανειακό ύψος βροχής (αθροιστικά) από την όμβρια καμπύλη και το συντελεστή επιφανειακής αναγωγής.

$$h_p(t,T) = t \cdot \lambda \cdot \frac{(T/\beta)^{\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta^*}} \quad (3.24)$$

$$h_A(t,T) = \varphi(t,A) \cdot t \cdot \lambda \cdot \frac{(T/\beta)^{\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta^*}} \quad (3.25)$$

Όπου

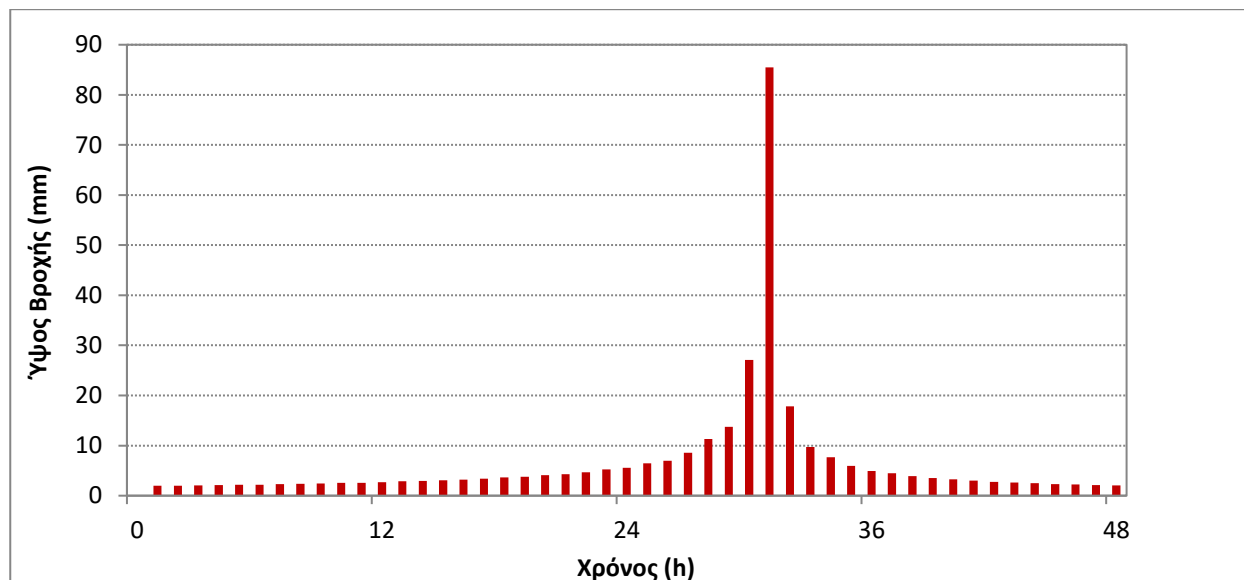
$h_p(t,T)$: Σημειακό ύψος βροχής (αθροιστικό) τη χρονική στιγμή t (mm)

$h_A(t,T)$: Επιφανειακό ύψος βροχής (αθροιστικό) τη χρονική στιγμή t (mm)
 T : Περίοδος επαναφοράς (έτη)
 $\varphi(t,A)$: Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής
 A : Έκταση λεκάνης

- Για όλα τα χρονικά βήματα υπολογίζεται το τμηματικό ύψος που αντιστοιχεί στη διάφορα του ύψους μιας χρονικής στιγμής από την προηγούμενη

$$h_{A_{\text{τμημ.}}} = h_A(t,T) - h_A(t - \Delta t, T) \quad (3.26)$$

- Τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται σε χρονική αντιστοιχία με τις τεταγμένες του μοναδιαίου υδρογραφήματος, σε τρόπο ώστε το μέγιστο ύψος βροχής να είναι απέναντι από τη μέγιστη τεταγμένη του μοναδιαίου υδρογραφήματος, το αμέσως μικρότερο απέναντι από την αμέσως μικρότερη τεταγμένη, κοκ. Η διάταξη αυτή στη συνέχεια αντιστρέφεται και έτσι προκύπτει το τελικό υετογράφημα. Αποδεικνύεται θεωρητικά ότι η τεχνική αυτή πράγματι δίνει τη μέγιστη παροχή αιχμής, όταν συνδυαστεί με το μοναδιαίο υδρογράφημα. (Κουτσογιάννης, 2010)



Σχήμα 3.9 : Υετογράφημα σχεδιασμού με τη μέθοδο της δυσμενέστερης διάταξης

3.4 Εκτίμηση ενεργού βροχοπτώσεως γεγονότος βροχής δεδομένης περιόδου επαναφοράς

3.4.1 Γενικά

Ο μετασχηματισμός της βροχόπτωσης σε πλημμυρική απορροή γίνεται σε κλίμακα υπολεκάνης, με αφαίρεση των *υδρολογικών ελλειμμάτων*, ήτοι του τμήματος της βροχής που αρχικά κατακρατείται στο έδαφος και τη βλάστηση και, στη συνέχεια, είτε εξατμίζεται είτε διηθείται. Αν είναι γνωστά η

χρονική εξέλιξη του επεισοδίου βροχής (στην προκειμένη περίπτωση, μέσω του υετογραφήματος σχεδιασμού) και τα συνολικά ελλείμματα, μπορεί να προσδιοριστεί το τμήμα της ολικής βροχόπτωσης που μετατρέπεται σε απορροή, που είναι γνωστό ως *ενεργός βροχόπτωση* (effective rainfall) ή *πλεόνασμα βροχόπτωσης* (rainfall excess).

3.4.2 Εκτίμηση ενεργού βροχοπτώσεως βάσει της μεθόδου SCS-CN

Για δεδομένο υετογράφημα σχεδιασμού, η ενεργός βροχόπτωση εκτιμάται με τη μέθοδο NRCS-CN, η οποία αναπτύχθηκε από την Soil Conservation Service (1972, αναφέρεται πλέον ως Natural Resources Conservation Service, NRCS) και είναι από τις πλέον διαδεδομένες παγκοσμίως (Efstratiadis *et al.*, 2014).

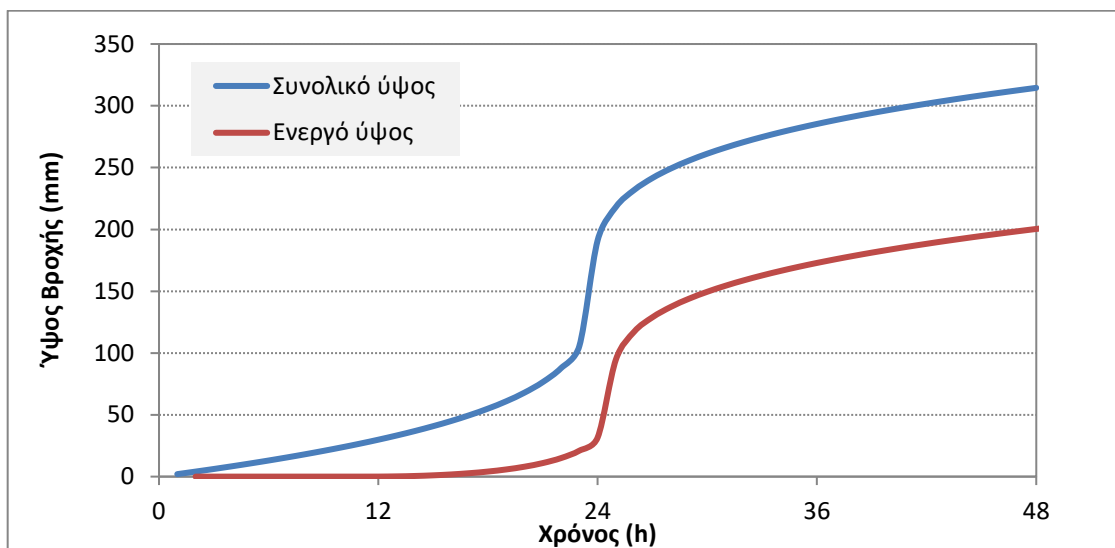
- **Σύνοψη μεθόδου NRCS-CN**

Η μέθοδος περιγράφει τη χρονική εξέλιξη των ελλειμμάτων, εφαρμόζοντας μια απλή αλλά ρεαλιστική εννοιολογική διαδικασία, που βασίζεται στις ακόλουθες παραδοχές (U.S. Department of the Interior, 1977· βλ. και Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999, σ.274-278):

- Για ένα αρχικό διάστημα t_{a0} όλη η ποσότητα της βροχόπτωσης μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε έλλειμμα (αρχικό έλλειμμα), χωρίς να δίνει καθόλου ενεργή βροχόπτωση. Κατά συνέπεια, μετά το χρόνο t_{a0} , το μέγιστο ενεργό ύψος βροχής h_e δεν μπορεί να υπερβεί το δυνητικό μέγεθος $h - h_{a0}$, όπου h το ολικό ύψος βροχής.
- Το επιπλέον, πέραν του αρχικού h_{a0} , ελλειμματικό ύψος κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης βροχόπτωσης δεν μπορεί να ξεπεράσει μια μέγιστη τιμή S , η οποία καλείται μέγιστη δυνητική κατακράτηση (potential maximum retention).
- Το αρχικό έλλειμμα είναι $h_{a0} = 0.2S$
- Σε κάθε χρονική στιγμή $t > t_{a0}$, οι λόγοι του ενεργού ύψους βροχής h_e και του ελλειμματικού μείον το αρχικό έλλειμμα $h_a - h_{a0}$ προς τα αντίστοιχα δυνητικά μεγέθη ($h - h_{a0}$ και S , αντίστοιχα), είναι ίσοι.

Βάσει των παραπάνω παραδοχών, προκύπτει η ακόλουθη εμπειρική σχέση:

$$h_e = \begin{cases} 0 & h \leq 0.2S \\ \frac{(h - 0.2S)^2}{h + 0.8S} & h > 0.2S \end{cases} \quad (3.27)$$



Σχήμα 3.10 : Αθροιστικό ολικό και ενεργό ύψος βροχής με χρονική κατανομή δυσμενέστερης διάταξης

- **Εκτίμηση αρχικών ελλειμμάτων**

Στη βιβλιογραφία συστήνεται η παραδοχή ότι το αρχικό έλλειμμα h_{a0} αντιστοιχεί στο 20% της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης, S . Το ποσοστό αυτό, α , έχει προκύψει ως μέσος όρος του 50% των παρατηρήσεων πεδίου, κυρίως από μετρήσεις διήθησης σε μικρές αγροτικές λεκάνες στις ΗΠΑ, που έχουν σημαντική δυνατότητα κατακράτησης της βροχοπτώσης λόγω των ήπιων κλίσεων και της διαμόρφωσης του εδάφους (χάνδακες, τάφροι). Στην πραγματικότητα, το ποσοστό αυτό παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα, και μάλιστα αναφέρεται ότι το πλήρες εύρος των παρατηρημένων ποσοστών απωλειών που είχε εκτιμήσει η Soil Conservation Service στις πειραματικές λεκάνες κυμαινόταν από 9.5 ως 38% (Ponce and Hawkins, 1996).

Ωστόσο, όπως έχει φανεί από συστηματικές αναλύσεις πλημμυρικών επεισοδίων στην Ελλάδα και την Κύπρο (Ευστρατιάδης κ.ά., 2014), το προτεινόμενο ποσοστό του 20% δεν ανταποκρίνεται στην υδρολογική συμπεριφορά των λεκανών που εξετάστηκαν (ως επί το πλείστον, ορεινές), στις οποίες, λόγω των ισχυρών κλίσεων, η εμφάνιση της πλημμυρικής απορροής ήταν πολύ ταχύτερη. Μάλιστα, στα περισσότερα επεισόδια η εκτίμηση του ποσοστού αρχικών ελλειμμάτων ήταν της τάξης του 5% ή και λιγότερο, το οποίο υποδηλώνει ταχεία απόκριση των λεκανών στην βροχόπτωση. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται και από άλλους ερευνητές (Baltas *et al.*, 2007· Massari *et al.*, 2014).

Δεδομένου λοιπόν των παραπάνω αβεβαιοτήτων, είναι φανερό ότι η ακριβής εκτίμηση των αρχικών ελλειμμάτων βροχής δεν είναι δυνατόν να γίνει με ακρίβεια μέσω βιβλιογραφικών αναφορών. Για τον λόγο αυτό στη συνέχεια παρουσιάζεται η μέθοδος SCS με την οποία ουσιαστικά εκτιμάται η ενεργός βροχόπτωση που απορρέει υπολογίζοντας τον αριθμό καμπύλης απορροής CN.

- **Εκτίμηση μέγιστης δυνατής κατακράτησης**

Σύμφωνα με την τυπική πρακτική της βιβλιογραφίας, η τιμή της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης, ήτοι της παραμέτρου S , εκτιμάται εμπειρικά συναρτήσει του αριθμού καμπύλης απορροής (runoff curve number, CN) ως εξής:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (3.28)$$

Όπου

S : Μέγιστη δυνητική κατακράτηση (mm)

CN : Αριθμός καμπύλης απορροής CN (Curve Number)

• **Αριθμός Καμπύλης απορροής CN (runoff Curve Number)**

Ο αριθμός καμπύλης CN (curve number) αποτελεί μια χαρακτηριστική παράμετρο μιας λεκάνης απορροής που προτάθηκε από την Αμερικανική Soil Conservation Service (Natural Resources Conservation Service, 1972) και συμπυκνώνει σε μια τιμή τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά που επιδρούν στην παραγωγή απορροής σε μια επιφάνεια αναφοράς. Ο συντελεστής αυτός παίρνει τιμές από 0 μέχρι 100 και επηρεάζεται από τις συνθήκες εδάφους, τις χρήσεις γης, καθώς και τις προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας. Στο πλαίσιο της μελέτης έχουν παραχθεί χάρτες κατανεμημένων τιμών του CN, με βάση τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής μελέτης, σύμφωνα με μια τυποποιημένη διαδικασία που προτείνει η NRCS (στη συνέχεια, αυτή θα αποκαλείται και ως τιμή αναφοράς). Μέσω χωρικής ολοκλήρωσης στην επιφάνεια κάθε υπολεκάνης, παράγεται μια μέση τιμή ανά υπολεκάνη, που θεωρείται αντιπροσωπευτική της υδρολογικής της συμπεριφοράς. Σημειώνεται ότι με την κατάτμηση των εξεταζόμενων λεκανών απορροής σε μικρού έως πολύ μικρού μεγέθους λεκάνες, επιτυγχάνεται πολύ ικανοποιητική ομοιογένεια των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών τους, με την οποία εξασφαλίζεται και η αντιπροσωπευτικότητα της χρήσης μέσων τιμών του CN.

Ο αριθμός καμπύλης απορροής βρίσκει εφαρμογή στον υπολογισμό μιας σειράς υδρολογικών μεγεθών που εισάγονται σε υδρολογικά μοντέλα πλημμυρών. Η τυπικότερη περίπτωση είναι η μέθοδος της SCS στην οποία ο αριθμός καμπύλης χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης και της ενεργού βροχόπτωσης.

Η SCS κατατάσσει τα εδάφη σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με τη διαπερατότητα τους.

Ομάδα Α : Εδάφη με μεγάλους ρυθμούς διήθησης π.χ. αμμώδη και χαλικώδη με πολύ μικρό ποσοστό ιλύος και αργίλου

Ομάδα Β : Εδάφη με μέσους ρυθμούς διήθησης π.χ. αμμώδης πηλός

Ομάδα C : Εδάφη με μικρούς ρυθμούς διήθησης π.χ. εδάφη από αργιλοπηλό, εδάφη με σημαντικό ποσοστό αργίλου, εδάφη φτωχά σε οργανικό υλικό

Ομάδα D : Εδάφη με πολύ μικρούς ρυθμούς διήθησης π.χ. εδάφη που διογκώνονται σημαντικά όταν διαβραχούν, πλαστικές άργιλοι. Στην ίδια ομάδα περιλαμβάνονται εδάφη μικρού βάθους με σχεδόν αδιαπέρατους υπό-ορίζοντες κοντά στην επιφάνεια

Η κατάταξη των εδαφικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης στις παραπάνω κατηγορίες πραγματοποιήθηκε στο Παραδοτέο 2 της παρούσας μελέτης με τίτλο «Ανάλυση χαρακτηριστικών περιοχής και μηχανισμών πλημμύρας» όπου αναλύεται η μεθοδολογία κατάταξης.

Στη συνέχεια ορίζονται τρεις τύποι προηγούμενων συνθηκών υγρασίας

- Τύπος I :** Ξηρές συνθήκες (εδάφη ξηρά, αλλά πάνω από το σημείο μαρασμού), που αντιστοιχούν στην περίπτωση που η βροχόπτωση των προηγούμενων 5 ημερών είναι μικρότερη από 13 mm (ή μικρότερη των 35 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)
- Τύπος II :** Μέσες συνθήκες, που αντιστοιχούν σε βροχόπτωση των προηγούμενων 5 ημερών μεταξύ 13 και 38 mm (ή μεταξύ 35 και 53 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)
- Τύπος III :** Υγρές συνθήκες (εδάφη σχεδόν κορεσμένα), που αντιστοιχούν σε βροχόπτωση των προηγούμενων 5 ημερών μεγαλύτερη των 38 mm (ή μεγαλύτερη των 53 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης).

Οι παραπάνω τιμές έχουν προκύψει από μεγάλο αριθμό παρατηρημένων πλημμυρικών επεισοδίων σε μικρές αγροτικές λεκάνες στις ΗΠΑ, και θεωρείται ότι έχουν πιθανότητα υπέρβασης 10, 50 και 90% (για υγρές, μέσες και ξηρές συνθήκες, αντίστοιχα).

Οι τύποι αρχικής εδαφικής υγρασίας θεωρείται ότι αντιστοιχούν στις αντίστοιχες υδρολογικές συνθήκες των σεναρίων που εξετάζονται στη μελέτη. Συνεπώς, οι ευμενείς συνθήκες προκύπτουν από από τις συνθήκες αρχικής υγρασίας τύπου I, οι μέσες συνθήκες προκύπτουν από τις συνθήκες συνθηκών αρχικής υγρασίας τύπου II, ενώ οι δυσμενείς συνθήκες προκύπτουν από τις συνθήκες αρχικής υγρασίας τύπου III.

Για τις συνθήκες υγρασίας τύπου II, η SCS δίνει αναλυτικούς πίνακες με τιμές του CN για κάθε υδρολογική ομάδα εδαφών και για διάφορες χρήσεις γης (π.χ. Chow et al., 1988, σ. 150). Με βάση το σχετικό σημείωμα του Τεχνικού Συμβούλου, παρήχθησαν οι χάρτες κατανεμημένων τιμών της παραμέτρου CN της περιοχής μελέτης (Σχήμα 3.14).

Η εφαρμογή της μεθόδου SCS-CN υλοποιείται σε κλίμακα υπολεκάνης, θεωρώντας το υετογράφημα σχεδιασμού για την αντίστοιχη περίοδο επαναφοράς και υδρολογική συνθήκη. Θεωρώντας $h_{a0} = 0.2S$, μοναδικό δεδομένο εισόδου είναι ο αριθμός CN της υπολεκάνης. Για μέσες υδρολογικές συνθήκες, η παράμετρος CN εκτιμάται ως η μέση τιμή των κατανεμημένων CN, που θεωρείται αντιπροσωπευτική των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της υπολεκάνης. Σημειώνεται ότι με την κατάτμηση της συνολικής λεκάνης απορροής σε σχετικά μικρού μεγέθους υπολεκάνες, επιτυγχάνεται ικανοποιητική ομοιογένεια των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών τους, με την οποία εξασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα της μέσης τιμής του CN.

Συνεπώς με γνωστή τη μέση τιμή του CN, εκτιμάται η τιμή της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης της υπολεκάνης, που αντιστοιχεί στο μέσο υδρολογικό σενάριο. Για τις συνθήκες υγρασίας τύπου II, η SCS δίνει αναλυτικούς πίνακες με τιμές του CN για κάθε υδρολογική ομάδα εδαφών και για διάφορες χρήσεις γης. Για τις άλλες συνθήκες προηγούμενης υγρασίας, που αντιστοιχούν στα ευμενή και δυσμενή υδρολογικά σενάρια αντίστοιχα, εφαρμόζονται οι ακόλουθες σχέσεις αναγωγής:

$$CN_I = \frac{0.42 CN_{II}}{1 - 0.0058 CN_{II}} \quad (3.29)$$

$$CN_{III} = \frac{2.3CN_{II}}{1 + 0.013CN_{II}} \quad (3.30)$$

Όπου

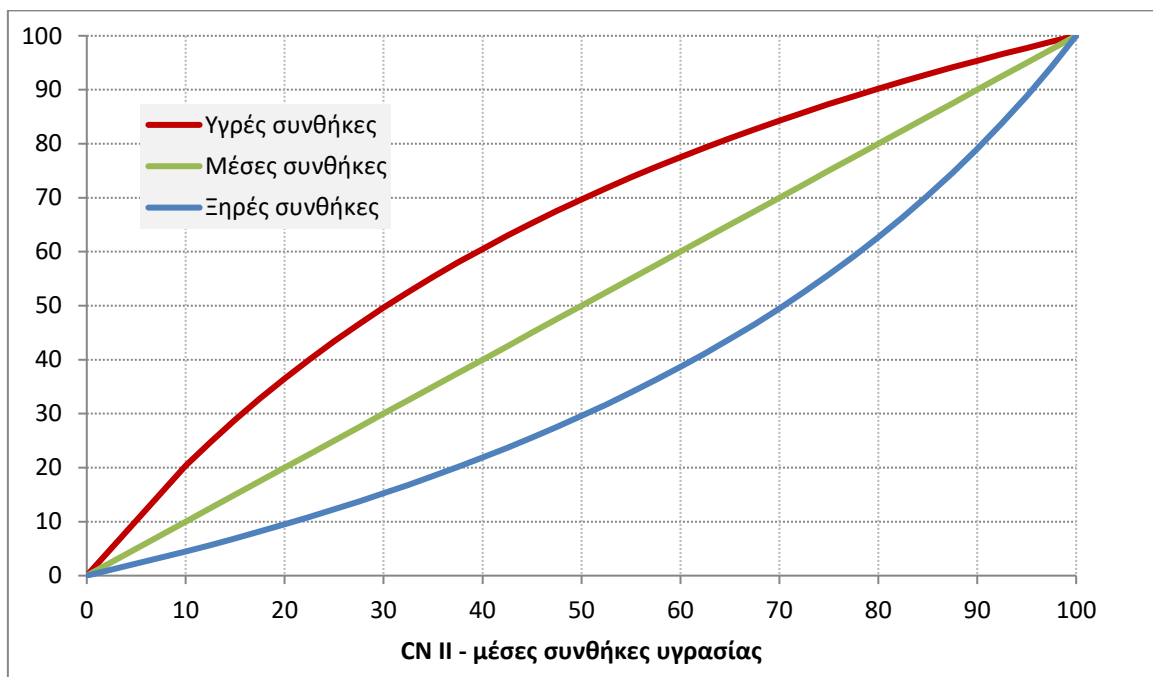
CN_I : Curve Number για ξηρές συνθήκες

CN_{II} : Curve Number για μέσες συνθήκες

CN_{III} : Curve Number για υγρές συνθήκες

Η υπολογιστική διαδικασία εκτίμησης των υδρολογικών ελλειμμάτων και διαχωρισμού της ενεργού από την ολική βροχόπτωση γίνεται στο περιβάλλον του λογισμικού HEC-HMS του Hydrologic Engineering Center (US Army Corps of Engineers).

Σημειώνεται ότι το εύρος τιμών της παραμέτρου CN, μεταξύ των ακραίων συνθηκών τύπου I και III, είναι πολύ μεγάλο και μάλιστα μεγιστοποιείται στην τιμή $CN_{II}=50$, για την οποία προκύπτει $CN_I=30$ και $CN_{III}=70$. Το εύρος μεταβολής του αριθμού CN ανάλογα με τις συνθήκες υγρασίας απεικονίζεται στο κάτωθι Σχήμα:



Σχήμα 3.11 : Μεταβολή του CN για διαφορετικές συνθήκες αρχικής υγρασίας.

- Υπολογισμός του CN για διάφορες συνθήκες υγρασίας

Οι αριθμοί καμπύλης απορροής για μέσες συνθήκες προηγούμενης υγρασίας (CN_{II}) δίνονται σε πίνακες για κάθε κατηγορία κάλυψης εδάφους και κάθε εδαφικό τύπο. Οι τιμές που χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

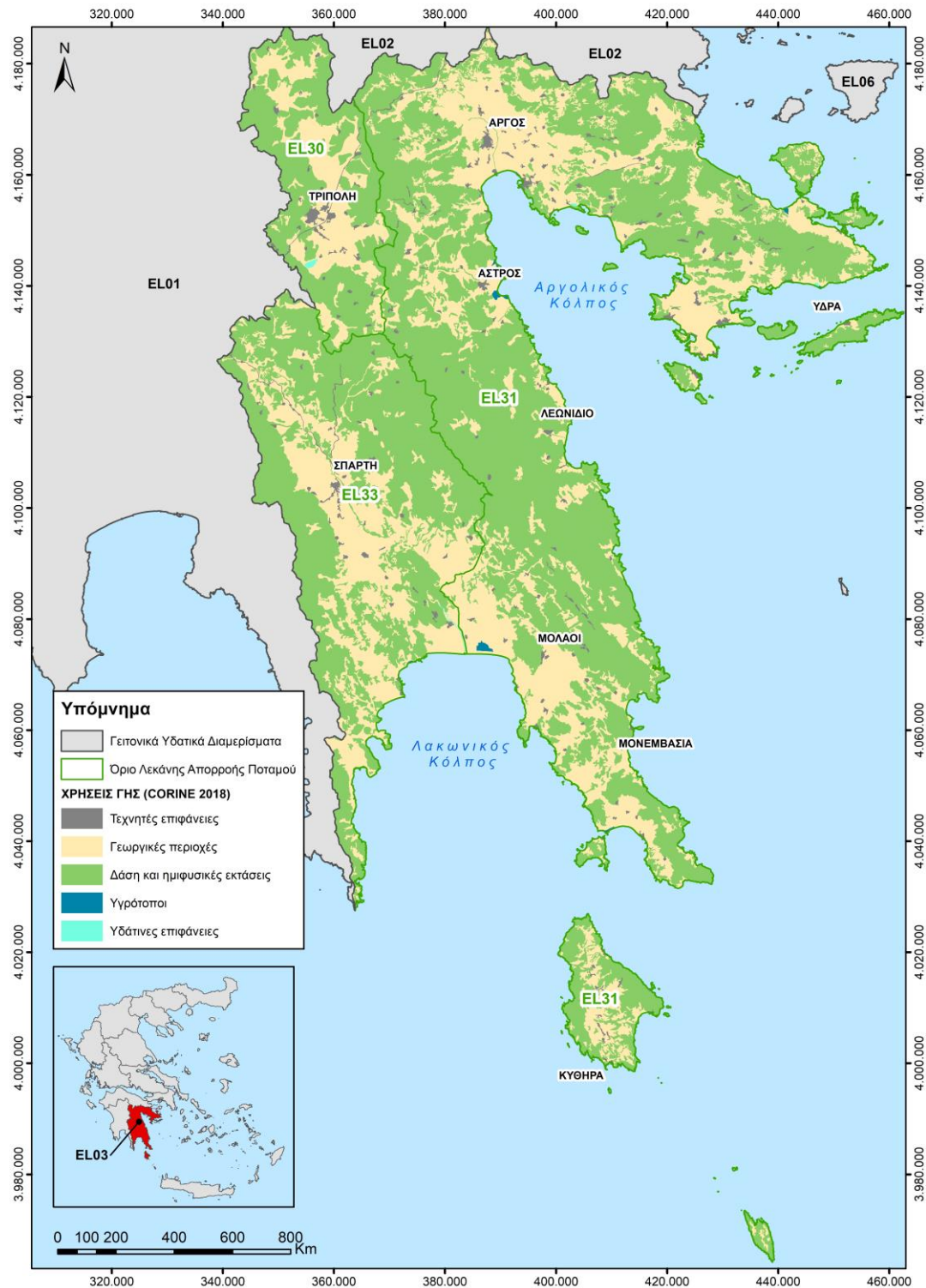
Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 3.4: Αριθμοί καμπύλης απορροής CN για προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II

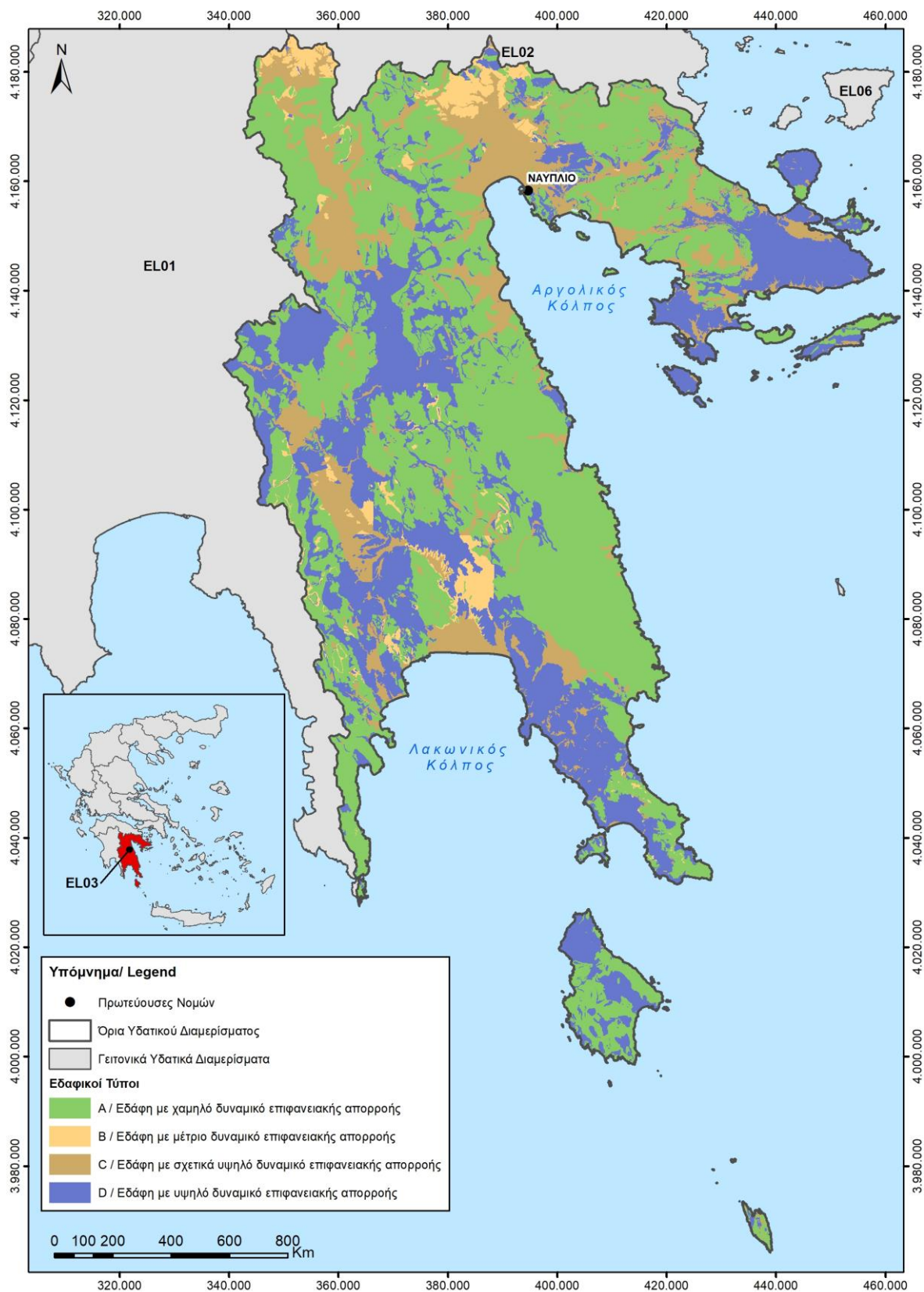
Κωδικός CORINE	Κωδικός SC	Κάλυψη Εδάφους	Εδαφικοί Τύποι			
			A	B	C	D
111	720	Συνεχής αστική οικοδόμηση	69	80	87	90
112	770	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	66	77	83	86
121	100	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	85	90	93	94
122	100	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	87	92	94	95
123	100	Ζώνες λιμένων	85	90	93	94
124	100	Αεροδρόμια	85	90	93	94
131	200	Χώροι εξορύξεως ορυκτών	69	80	87	90
133	200	Χώροι οικοδόμησης	69	80	87	90
141	630	Περιοχές αστικού πράσινου	44	65	62	82
142	200	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	50	70	80	85
211	320	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	67	76	83	86
212	330	Μόνιμα αρδεύομενη γη	67	76	83	86
213	100	Ορυζώνες	59	72	81	85
221	310	Αμπελώνες	63	72	79	82
222	600	Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	44	66	77	83
223	600	Ελαιώνες	49	59	72	82
231	400	Λιβάδια	54	70	80	85
241	600	Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	67	76	83	86
242	320	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	67	76	83	86
243	320	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	67	76	83	86
311	665	Δάσος πλατυφύλλων	35	61	74	80
312	665	Δάσος κωνοφόρων	35	61	74	80
313	665	Μικτό δάσος	35	61	74	80
321	400	Φυσιικοί βοσκότοποι	49	69	79	84
322	400	Θάμνοι και χερσότοποι	42	62	74	80
323	400	Σκληροφυλλική βλάστηση	42	62	74	80
324	630	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	42	62	74	80
331	200	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές	42	62	74	80
332	200	Απογυμνωμένοι βράχοι	76	86	90	92
333	200	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	42	62	74	80
411	100	Βάλτοι στην ενδοχώρα	95	95	95	95
421	100	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	95	95	95	95
422	100	Αλυκές	95	95	95	95
511	100	Ροές υδάτων	100	100	100	100
512	100	Συλλογές υδάτων	100	100	100	100
521	100	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	100	100	100	100
523	100	Θάλασσα και ωκεανός	100	100	100	100

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, σχηματίζεται ο χάρτης κατανομής των αριθμών καμπύλης απορροής σε πολυγωνική μορφή (vector). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται τα πολυγωνικά shapefiles με τα θεματικά επίπεδα της κάλυψης εδάφους (χρήσεις γης Corine 2018) και των εδαφικών τύπων όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα για το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03). Στη συνέχεια γίνεται υπέρθεση και «τομή» των θεματικών επιπέδων κάλυψης εδάφους και εδαφικών

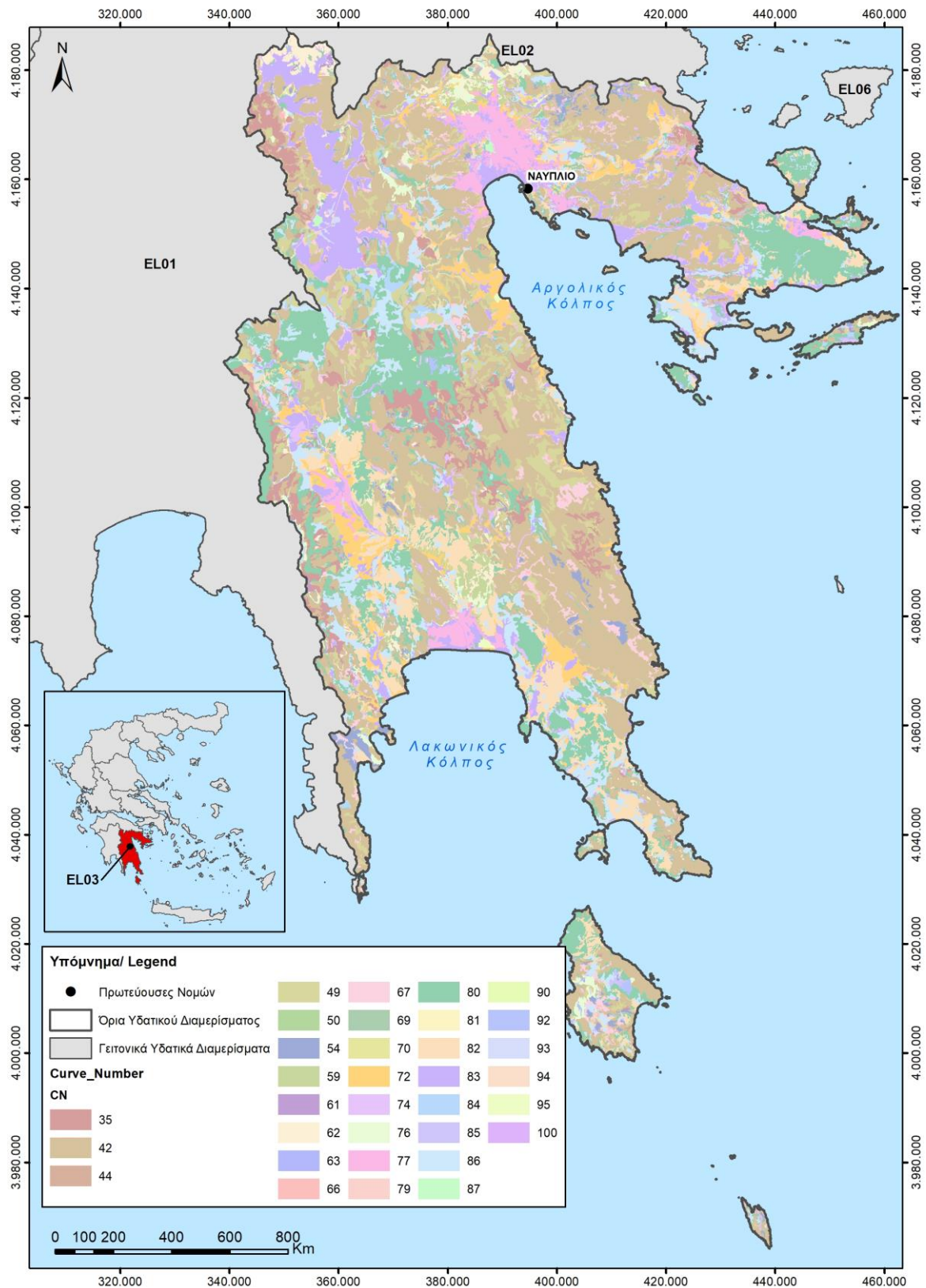
τύπων. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει ο **χάρτης συμπλόκων κάλυψης-εδάφους**. Ο Χάρτης συμπλόκων κάλυψης-εδάφους σε συνδυασμό με τα περιεχόμενα του παραπάνω πίνακα (Πίνακας 3.4) δίνει το χάρτη κατανομής των αριθμών καμπύλης απορροής CN.



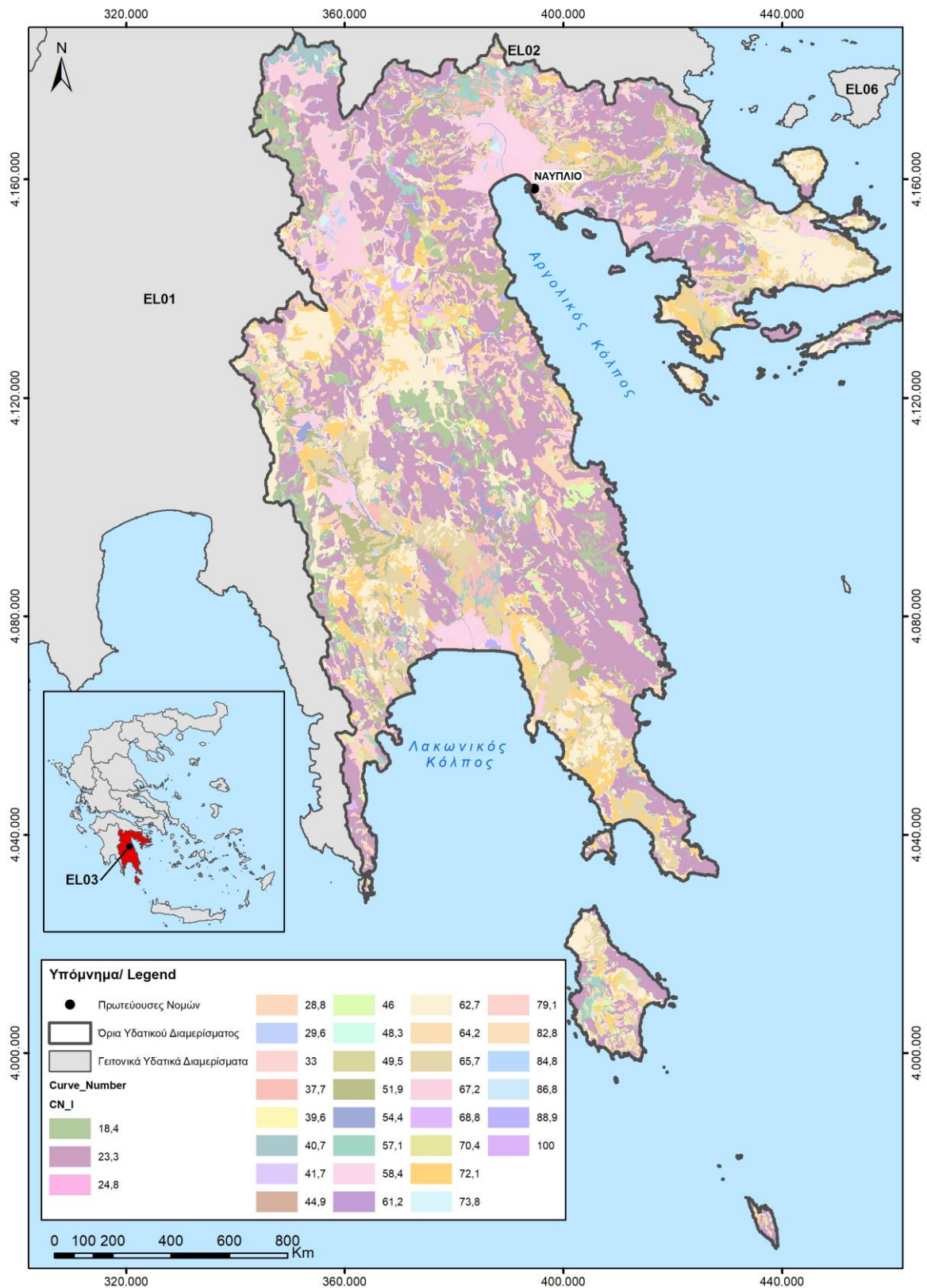
Σχήμα 3.12: Κάλυψη εδάφους κατά Corine 2018 στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)



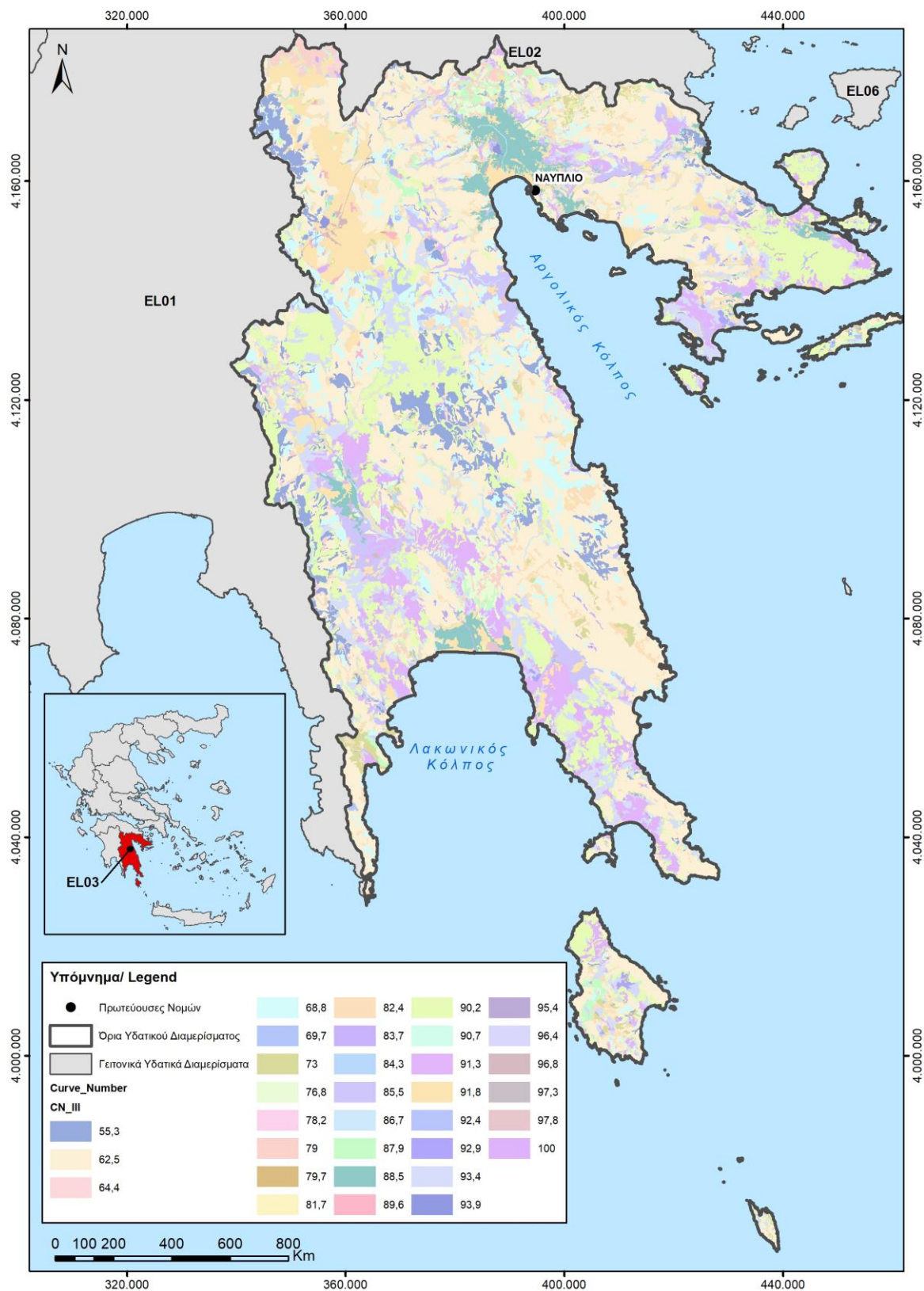
Σχήμα 3.13: Εδαφικοί τύποι στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)



Σχήμα 3.14 Κατανομή CN_{II} (αρχικές μέσες συνθήκες υγρασίας) στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)



Σχήμα 3.15 Κατανομή CN₁ (αρχικές ξηρές συνθήκες υγρασίας) στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)



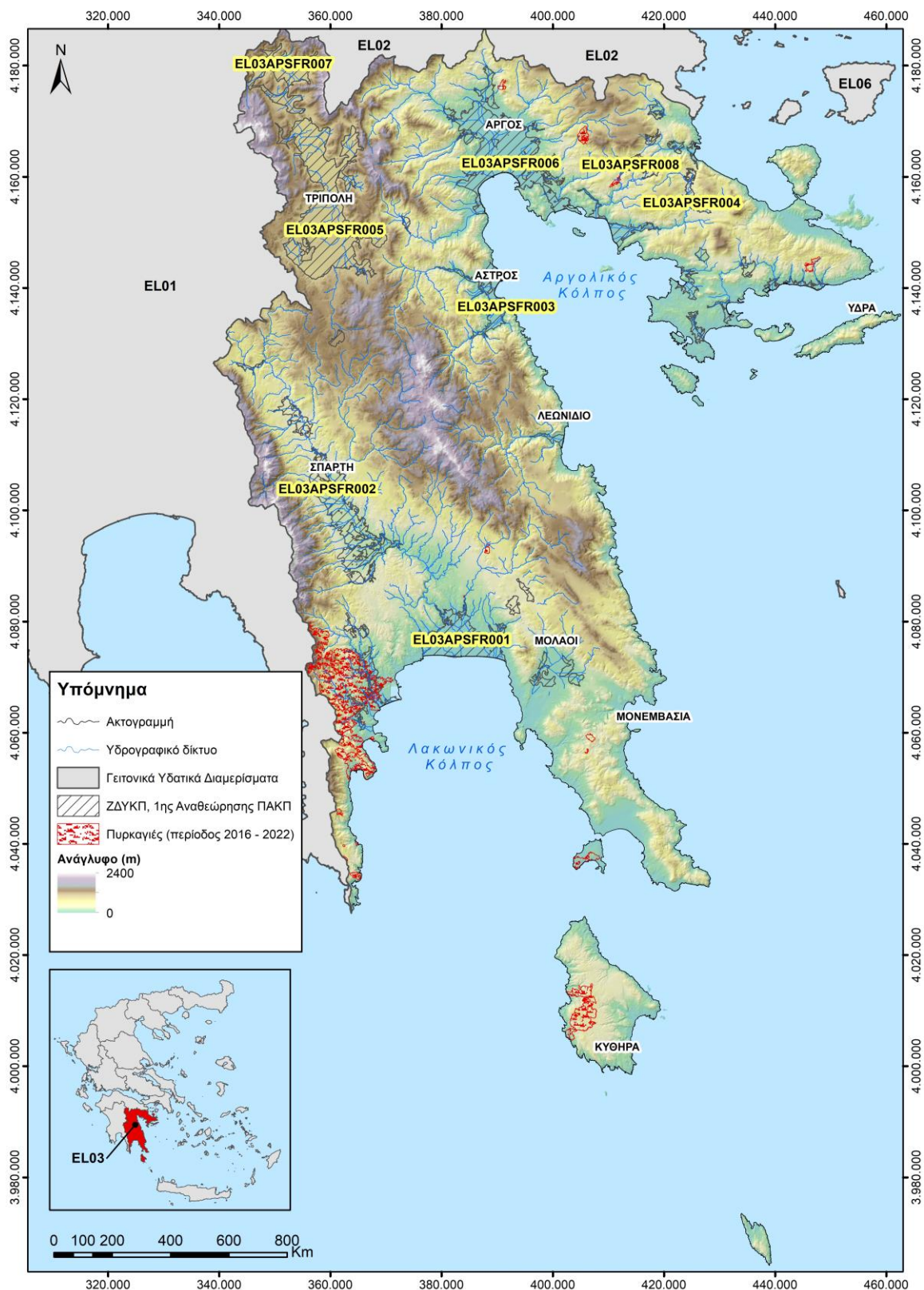
Σχήμα 3.16 Κατανομή CN_{III} (αρχικές υγρές συνθήκες υγρασίας) στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

- **Επίδραση πυρκαγιών στον αριθμό καμπύλης απορροής CN (runoff Curve Number)**

Επισημαίνεται ότι στους παραπάνω χάρτες απεικόνισης του αριθμού καμπύλης απορροής δεν έχει συνυπολογιστεί και η επίδραση πρόσφατων πυρκαγιών που έχει περιγραφεί αναλυτικά στο Παραδοτέο Π02 και η οποία για λόγους πληρότητας παρουσιάζεται συνοπτικά και στις ακόλουθες παραγράφους τόσο ως προς την μεθοδολογία όσο και ως προς την ποσοτική τους επίδραση.

Η διαδικασία εντοπισμού καμένων εκτάσεων και προσδιορισμού των αντίστοιχων στοιχείων πυρκαγιάς έγινε για μέγιστο χρονικό ορίζοντα 7ετίας, ήτοι 2016–2022, με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).

Συνολικά καταγράφηκαν 22 πυρκαγιές στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου το διάστημα 2016-2022 εκ των οποίων οι 14 εκδηλώθηκαν από το 2020 και μεταγενέστερα. Γενικά παρατηρείται μια ήπια αυξητική τάση στο πλήθος των συμβάντων πυρκαγιάς από το 2016 μέχρι και το 2022 στην Ανατολική Πελοποννήσου. Αποκορύφωμα αποτελεί το έτος 2021 κατά το οποίο είχαμε τόσο τον μεγαλύτερο αριθμό πυρκαγιών όσο και τη μεγαλύτερη σε έκταση πυρκαγιά της τελευταίας 7ετίας. Το 2021 καταγράφηκαν συνολικά 9 πυρκαγιές. Παρατηρείται ότι αν και το πλήθος των πυρκαγιών για το ΥΔ της Ανατολικής Πελοποννήσου είναι σχετικά μικρό , για όλα τα έτη από το 2016 μέχρι το 2022, η έκταση των πυρκαγιών έχει έντονα αυξητική τάση.



Σχήμα 3.17: Χωροθέτηση καμένων εκτάσεων στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου EL03 (περίοδος 2016-2022)

Οι πυρκαγιές επηρεάζουν τις υδρολογικές συνθήκες των υπολεκανών μεταβάλλοντας τον συντελεστή CN (αριθμός καμπύλης απορροής) στις συγκεκριμένες υπολεκάνες απορροής. Στο Κεφάλαιο 7 του Παραδοτέου Π02 αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εξέταση της επιρροής των πυρκαγιών στην υδρολογική απόκριση των υπολεκανών απορροής και της επιλογής των υπολεκανών απορροής που υπόκεινται σε τροποποίηση των συνθηκών πλημμυρικής απορροής λόγω πυρκαγιάς. Συγκεκριμένα, ακολουθείται η παρακάτω προσέγγιση:

1. Οι περιοχές των υπολεκανών απορροής που έχουν επηρεαστεί από πυρκαγιές θα χωροθετηθούν σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π) συμβατό με τη υδρολογική σχηματοποίηση των λεκανών απορροής των ΣΔΚΠ.
2. Κατώτατο χωρικό κατώφλι για την εξέταση της επίδρασης της πυρκαγιάς ορίζεται το 5% της έκτασης της υπολεκάνης απορροής. Υπολεκάνες που σε ποσοστό μικρότερο του 5% έχουν πληγεί από πυρκαγιές θα εξαιρούνται από περαιτέρω αξιολόγηση.
3. Η χωροθέτηση εκτάσεων που έχουν επηρεαστεί από πυρκαγιές θα πραγματοποιηθεί για ένα μέγιστο χρονικό ορίζοντα 7 ετών, σε συνέχεια της καταγραφής του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας για τις πλημμύρες.
4. Για τις περιοχές αυτές θα γίνει καταγραφή των τυχόν αντιπλημμυρικών ή άλλων έργων (πχ συγκράτηση φερτών) που ενδέχεται να έχουν γίνει και να επηρεάζουν την απορροή στις λεκάνες αυτές. Εφόσον τέτοια έργα υπάρχουν θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στην υδρολογική ανάλυση των λεκανών απορροής.
5. Για τις περιοχές που έχουν πληγεί από πυρκαγιές από το 2020 και μετά, θα ληφθεί υπόψη η επιρροή της πυρκαγιάς στους δείκτες CN σύμφωνα με την ακόλουθη πρόταση.
6. $CN_{post} = CN_{pre} + 15$ (μεγάλου βαθμού επίδρασης πυρκαγιάς)
7. $CN_{post} = CN_{pre} + 10$ (μέτριου βαθμού επίδρασης πυρκαγιάς)
8. $CN_{post} = CN_{pre} + 5$ (χαμηλού βαθμού επίδρασης πυρκαγιάς)
9. Όπου CN_{post} ο συντελεστής απορροής μετά την πυρκαγιά και CN_{pre} απορροής πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς.

Για πυρκαγιές για τις οποίες έχει παρέλθει χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 2-3 ετών από το συμβάν (πριν το 2020), η επιρροή τους στην μεταβολή του CN λόγω πυρκαγιάς θα λαμβάνεται υπόψη βάσει ειδικών χαρακτηριστικών της καμένης περιοχής (π.χ. βλάστηση και συνθήκες πριν την πυρκαγιά, κλίσεις εδάφους, αριθμός πυρκαγιών στη συγκεκριμένη περιοχή και χρονικό διάστημα μεταξύ των συμβάντων κ.α.).

Στις υπολεκάνες απορροής στις οποίες το ποσοστό πυρκαγιάς είναι τουλάχιστον 5% της έκτασής τους δεν βρέθηκαν κάποια αντιδιαβρωτικά έργα, κορμοδέματα ή τεχνητές αναδασώσεις. Η φυσική αναδάσωση φαίνεται ότι έχει κάνει την εμφάνισή της σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό ακόμη και στις υπολεκάνες που έχουν πληγεί από πυρκαγιά έως το 2022. Επισημαίνεται ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα στις περιοχές των πυρκαγιών κρίνεται από μικρή έως μέτρια. Οι κλίσεις στις συγκεκριμένες υπολεκάνες είναι επίσης μικρές έως μέτριες. Συνεπώς οι συνθήκες για φυσική

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

αναδάσωση είναι αρκετά ευνοϊκές. Το είδος της βλάστησης που έχει καεί αφορά χορτολιβαδικές εκτάσεις, πεύκα, ελαιώνες και θάμνοι.

Από την ανωτέρω αξιολόγηση και λαμβάνοντας υπόψη την έκταση της πυρκαγιάς, το πλήθος των περιστατικών πυρκαγιάς και τον χρόνο εκδήλωσής τους, έγινε η τελική αξιολόγηση του βαθμού επίδρασης της πυρκαγιάς καθώς και η εκτίμηση της μεταβολής του συντελεστή CN σε σχέση με τον συντελεστή πριν τα συμβάντα πυρκαγιάς. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5: Τελική αξιολόγηση του βαθμού επίδρασης της πυρκαγιάς και εκτίμηση μεταβολής του συντελεστή CN στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Κωδικός υπολεκάνης	Ποσοστό πυρκαγιάς	Έτος πυρκαγιάς	Αριθμός συμβάντων	Βαθμός επίδρασης πυρκαγιάς	Μεταβολή του CN
EL0331FR00F1802	14,7%	2017	1	Μηδενική	0
EL0331FR00F2001	15,8%	2017	1	Μηδενική	0
EL0331FR00F2201	6,5%	2017	1	Μηδενική	0
EL0333FR000301	78,3%	2021	1	Μεγάλη	+15
EL0333FR000302	78,4%	2021	1	Μεγάλη	+15
EL0333FR000303	22,6%	2021	1	Μικρή	+5
EL0333FR000311	8,2%	2021	1	Μικρή	+5
EL0333FR00F4001	14,9%	2021	1	Μικρή	+5
EL0333FR00F4101	15,1%	2020	2	Μέτρια	+10
	52,7%	2021	2		
EL0333FR00F4102	1,1%	2016	2	Μεγάλη	+15
	0,0%	2020	2		
	81,5%	2021	3		
EL0333FR00F4201	0,0%	2017	1	Μέτρια	+10
	45,4%	2020	5		
	0,6%	2021	5		

- **Υπολογισμός αριθμού καμπύλης απορροής CN (runoff Curve Number) ανά λεκάνη και υπολεκάνη απορροής**

Από τους παραπάνω χάρτες μπορεί να υπολογιστεί σε κάθε λεκάνη ή υπολεκάνη απορροής ένας «μέσος» σταθμισμένος αριθμός καμπύλης απορροής. Αφού γίνει τομή του χάρτη κατανομής των CN με τα πολύγωνα των λεκανών και υπολεκανών γίνεται επιφανειακή ολοκλήρωση σε επίπεδο λεκάνης απορροής, με συντελεστή βαρύτητας το εμβαδόν κάθε υποπεριοχής, έτσι ώστε να προκύψει ένας **σταθμισμένος μέσος αριθμός καμπύλης, για όλη τη λεκάνη** σύμφωνα με τη σχέση :

$$CN = \sum_1^n \left(\frac{A_i}{A} CN_i \right) \quad (3.31)$$

Όπου

CN : Αριθμός καμπύλης (Curve Number) της λεκάνης

A_i : Έκταση υποπεριοχής

A : Έκταση λεκάνης ή υπολεκάνης

CN_i : Curve Number της υποπεριοχής

Για να αντιμετωπιστεί η αβεβαιότητα στην εκτίμηση του CN λαμβάνονται υπόψη οι πλέον πιθανές και όχι ακραίες τιμές. Επίσης για την παραγωγή του ευμενούς ή δυσμενούς πλημμυρογραφήματος χρειάζεται να προσδιοριστούν σχετικά χαμηλές ή υψηλές τιμές του CN. Για το σκοπό αυτό εξετάζονται σχετικά χαμηλές/υψηλές τιμές αρχικής υγρασίας» Με βάση τα παραπάνω επιλέγεται :

- Για το ευμενές πλημμυρογράφημα λαμβάνονται προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου I (ξηρές συνθήκες)
- Για το δυσμενές πλημμυρογράφημα λαμβάνονται προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου III (υγρές συνθήκες)

Συνοπτικά, οι αριθμοί καμπύλης CN (Curve Number) για όλες τις αρχικές συνθήκες υγρασίας και για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη απορροής παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα (Πίνακας 3.6) για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).

Πίνακας 3.6: Αριθμοί καμπύλης CN (Curve Number) για όλες τις αρχικές συνθήκες υγρασίας σε επίπεδο υπολεκάνης απορροής

α/α	Κωδικός υπολεκάνης	Κωδικός λεκάνης	Περιγραφή	CN II	CN I	CN III
1	EL0330FR00F1601	EL0330FR00F16	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	62.90	41.6	79.6
2	EL0330FR00F1701	EL0330FR00F17	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	59.70	38.4	77.3
3	EL0331FR00F1001	EL0331FR00F10	Όρμος Άστρους1#	61.90	40.6	78.9
4	EL0331FR00F101	EL0331FR00F1	Ίρια#	65.60	44.5	81.4
5	EL0331FR00F1101	EL0331FR00F11	Λαγκάδα P.	81.20	64.5	90.9
6	EL0331FR00F1201	EL0331FR00F12	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	70.90	50.6	84.9
7	EL0331FR00F1202	EL0331FR00F12	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	54.10	33.1	73.1
8	EL0331FR00F1203	EL0331FR00F12	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	47.70	27.7	67.7
9	EL0331FR00F1301	EL0331FR00F13	Στραβόρεμα P.	78.00	59.8	89.1
10	EL0331FR00F1601	EL0331FR00F16	Σκατιάς P.	62.70	41.4	79.5
11	EL0331FR00F1801	EL0331FR00F18	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	80.80	63.9	90.6
12	EL0331FR00F1802	EL0331FR00F18	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	80.00	62.7	90.2
13	EL0331FR00F1811	EL0331FR00F18	Μυλόρρεμα	80.10	62.8	90.3
14	EL0331FR00F1901	EL0331FR00F19	Μετόχιον#	87.10	73.9	94.0
15	EL0331FR00F2001	EL0331FR00F20	Σωληνάριον#	81.20	64.5	90.9
16	EL0331FR00F201	EL0331FR00F2	Δαφνόρρεμα	66.60	45.6	82.1
17	EL0331FR00F2101	EL0331FR00F21	Πηγάδια#	83.80	68.5	92.2
18	EL0331FR00F2201	EL0331FR00F22	Σαμπάριζας P.	80.90	64.0	90.7
19	EL0331FR00F2301	EL0331FR00F23	Αγ. Αικατερίνη#	81.10	64.3	90.8
20	EL0331FR00F2401	EL0331FR00F24	Πλεπίου P.	79.90	62.5	90.1
21	EL0331FR00F2501	EL0331FR00F25	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	81.30	64.6	90.9

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός υπολεκάνης	Κωδικός λεκάνης	Περιγραφή	CN II	CN I	CN III
22	ΕΛ0331FR00F2502	ΕΛ0331FR00F25	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	81.80	65.4	91.2
23	ΕΛ0331FR00F2511	ΕΛ0331FR00F25	Τουτούνη ρ.	81.30	64.6	90.9
24	ΕΛ0331FR00F2601	ΕΛ0331FR00F26	Λ. Θερμσίας#	79.80	62.4	90.1
25	ΕΛ0331FR00F2701	ΕΛ0331FR00F27	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF008 έως εκβολή	81.60	65.1	91.1
26	ΕΛ0331FR00F2702	ΕΛ0331FR00F27	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF008	60.50	39.1	77.9
27	ΕΛ0331FR00F2711	ΕΛ0331FR00F27	Συμβάλλων κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	76.50	57.8	88.2
28	ΕΛ0331FR00F2801	ΕΛ0331FR00F28	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	77.60	59.3	88.8
29	ΕΛ0331FR00F2901	ΕΛ0331FR00F29	Βαθύ Ρ.	80.70	63.7	90.6
30	ΕΛ0331FR00F3001	ΕΛ0331FR00F30	Όρμος Κουιάδος#	74.50	55.1	87.0
31	ΕΛ0331FR00F301	ΕΛ0331FR00F3	Άρια#	75.60	56.5	87.7
32	ΕΛ0331FR00F3101	ΕΛ0331FR00F31	Φούρνοι#	62.40	41.1	79.2
33	ΕΛ0331FR00F3201	ΕΛ0331FR00F32	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	55.20	34.1	73.9
34	ΕΛ0331FR00F3301	ΕΛ0331FR00F33	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	48.00	27.9	68.0
35	ΕΛ0331FR00F3302	ΕΛ0331FR00F33	Λιοφάτες Ρ.	47.10	27.2	67.2
36	ΕΛ0331FR00F3303	ΕΛ0331FR00F33	Κοδέλες Ρ.	56.60	35.4	75.0
37	ΕΛ0331FR00F3311	ΕΛ0331FR00F33	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλων κλάδος από Άγ. Αντώνιο	52.70	31.9	71.9
38	ΕΛ0331FR00F3312	ΕΛ0331FR00F33	Κοκκινόβραχος Ρ.	57.90	36.6	76.0
39	ΕΛ0331FR00F3321	ΕΛ0331FR00F33	Αυλού Ρ.	62.90	41.6	79.6
40	ΕΛ0331FR00F3401	ΕΛ0331FR00F34	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση	57.10	35.9	75.4
41	ΕΛ0331FR00F3402	ΕΛ0331FR00F34	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου	59.00	37.7	76.8
42	ΕΛ0331FR00F3403	ΕΛ0331FR00F34	Μαργέρη ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF008 (Χρυσόσπηλιώτισσα)	57.10	35.9	75.4
43	ΕΛ0331FR00F3501	ΕΛ0331FR00F35	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	57.20	36.0	75.5

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός υπολεκάνης	Κωδικός λεκάνης	Περιγραφή	CN II	CN I	CN III
44	EL0331FR00F3502	EL0331FR00F35	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	52.30	31.5	71.6
45	EL0331FR00F3511	EL0331FR00F35	Δαιμονοστάσι Ρ.	47.80	27.8	67.8
46	EL0331FR00F3601	EL0331FR00F36	Χειλόρρεμα	58.70	37.4	76.6
47	EL0331FR00F3701	EL0331FR00F37	Ασωπός Β.1#	82.00	65.7	91.3
48	EL0331FR00F3801	EL0331FR00F38	Ασωπός Β.2#	82.20	66.0	91.4
49	EL0331FR00F3901	EL0331FR00F39	Ποταμιά Ρ.	79.80	62.4	90.1
50	EL0331FR00F401	EL0331FR00F4	Μεγάλο Ρ.	78.40	60.4	89.3
51	EL0331FR00F501	EL0331FR00F5	Ξεριάς Ρ.	61.70	40.4	78.7
52	EL0331FR00F601	EL0331FR00F6	Ερασίνο Ρ.	64.80	43.6	80.9
53	EL0331FR00F701	EL0331FR00F7	Κουτουζαίικα#	48.90	28.7	68.8
54	EL0331FR00F801	EL0331FR00F8	Όρμος Άστρους2#	71.90	51.8	85.5
55	EL0331FR00F901	EL0331FR00F9	Πλακούλα Ρ.	61.70	40.4	78.7
56	EL0331FR000201	EL0331FR0002	Ίναχος π. εκβολή	75.50	56.4	87.6
57	EL0331FR000202	EL0331FR0002	Κενο GR311478502	76.80	58.2	88.4
58	EL0331FR000203	EL0331FR0002	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με π. Ίναχο	74.20	54.7	86.9
59	EL0331FR000204	EL0331FR0002	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	62.50	41.2	79.3
60	EL0331FR000205	EL0331FR0002	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	54.20	33.2	73.1
61	EL0331FR000221	EL0331FR0002	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	62.50	41.2	79.3
62	EL0331FR000231	EL0331FR0002	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006	56.40	35.2	74.8
63	EL0331FR000241	EL0331FR0002	Δερβένι Ρ.	68.50	47.7	83.3
64	EL0331FR000701	EL0331FR0007	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	74.90	55.6	87.3
65	EL0331FR000702	EL0331FR0007	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	52.70	31.9	71.9

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός υπολεκάνης	Κωδικός λεκάνης	Περιγραφή	CN II	CN I	CN III
66	EL0331FR001101	EL0331FR0011	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF003 έως εκβολή	48.90	28.7	68.8
67	EL0331FR001102	EL0331FR0011	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF003	48.20	28.1	68.2
68	EL0331FR001501	EL0331FR0015	Βρασιάτης Ρ.	56.50	35.3	74.9
69	EL0331FR001901	EL0331FR0019	Τάνος Π.	64.30	43.1	80.6
70	EL0331FR002301	EL0331FR0023	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως εκβολή	56.20	35.0	74.7
71	EL0331FR002302	EL0331FR0023	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSF006	58.30	37.0	76.3
72	EL0331FR003301	EL0331FR0033	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004 έως εκβολή	53.90	32.9	72.9
73	EL0331FR003302	EL0331FR0033	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004	57.70	36.4	75.8
74	EL0331FR003303	EL0331FR0033	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004	58.40	37.1	76.4
75	EL0333FR00F1401	EL0333FR00F14	Βασιλοπόταμος Ρ.	70.30	49.9	84.5
76	EL0333FR00F1501	EL0333FR00F15	Λαγκάδια Ρ.	68.70	48.0	83.5
77	EL0333FR00F4001	EL0333FR00F40	Μαυροβούνιον#	82.50	66.4	91.6
78	EL0333FR00F4101	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	65.70	44.6	81.5
79	EL0333FR00F4102	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	71.20	50.9	85.0
80	EL0333FR00F4201	EL0333FR00F42	Δίχοβας Ρ.	70.00	49.5	84.3
81	EL0333FR000201	EL0333FR0002	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	58.30	37.0	76.3
82	EL0333FR000202	EL0333FR0002	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	60.70	39.3	78.0
83	EL0333FR000203	EL0333FR0002	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	65.70	44.6	81.5
84	EL0333FR000204	EL0333FR0002	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002 έως συμβολή με π. Οινούς	73.40	53.7	86.4
85	EL0333FR000205	EL0333FR0002	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002	62.70	41.4	79.5
86	EL0333FR000206	EL0333FR0002	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002	71.10	50.8	85.0

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός υπολεκάνης	Κωδικός λεκάνης	Περιγραφή	CN II	CN I	CN III
87	ΕΛ0333FR000207	ΕΛ0333FR0002	Λαγκάδα ρ.	71.10	50.8	85.0
88	ΕΛ0333FR000221	ΕΛ0333FR0002	Γερακάρη ρ.	73.70	54.1	86.6
89	ΕΛ0333FR000222	ΕΛ0333FR0002	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡ0002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	76.90	58.3	88.4
90	ΕΛ0333FR000223	ΕΛ0333FR0002	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡ0002	55.40	34.3	74.1
91	ΕΛ0333FR000231	ΕΛ0333FR0002	Οινους Π.	60.20	38.8	77.7
92	ΕΛ0333FR000261	ΕΛ0333FR0002	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	65.40	44.3	81.3
93	ΕΛ0333FR000301	ΕΛ0333FR0003	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	89.80	78.7	95.3
94	ΕΛ0333FR000302	ΕΛ0333FR0003	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	83.80	68.5	92.2
95	ΕΛ0333FR000303	ΕΛ0333FR0003	Βαρδούνιας ρ.	63.60	42.3	80.1
96	ΕΛ0333FR000311	ΕΛ0333FR0003	Παραδείσι ρ.	76.40	57.6	88.2
97	ΕΛ0333FR000321	ΕΛ0333FR0003	Περιβολάκι ρ.	74.40	55.0	87.0

- Μεταβολές των τιμών του CN σε σχέση με τον πρώτο κύκλο ΣΔΚΠ**

Στην παρούσα παράγραφο, παρουσιάζονται οι μεταβολές του CN_{II} (μέσες συνθήκες υγρασίας) σε σχέση με τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ στις λεκάνες και υπολεκάνες του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (ΕΛ03) τόσο σε πίνακες (Πίνακας 3.7 και Πίνακας 3.8) όσο και σε σχηματικές απεικονίσεις (Σχήμα 3.18 και Σχήμα 3.19).

Επισημαίνεται ότι η παρουσίαση της μεταβολής του CN_{II} γίνεται χωρικά, σε χάρτη του ΥΔ, με χρωματική κλίμακα που αντιπροσωπεύει την % αλλαγή, σε διαβαθμίσεις μεταβαλλόμενης χρωματικής παλέτας που κυμαίνεται από κόκκινο χρώμα για αρνητική μεταβολή δηλαδή για σχετική μείωση του μεγέθους <-50% έως μπλε χρώμα για θετική μεταβολή δηλαδή για σχετική αύξηση του μεγέθους > +50%. Σε περίπτωση όπου οι λεκάνες απορροής είναι νέες ή γεωμετρικά έχουν μεταβληθεί σημαντικά σε σχέση με τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ τότε εμφανίζονται με γκρι χρώμα δεδομένου ότι δεν υπάρχει πεδίο σύγκρισης.

Τέλος αναφέρεται ότι στα παρακάτω σχήματα οι αύξοντες αριθμοί σε λεκάνες και υπολεκάνες είναι σε πλήρη αντιστοιχία με τους α/α των αντίστοιχων παρακάτω Πινάκων.

Πίνακας 3.7: Τιμές και μεταβολές αριθμών καμπύλης CN_{II} για μέσες συνθήκες υγρασίας σε σχέση με τον 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ σε επίπεδο λεκανών απορροής

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
0	EL0331FR0007	Μαριόρεμα Ρ.	64.24	58.44	-9.02%
1	EL0333FR00F15	Λαγκάδια Ρ.	66.06	68.69	3.98%
2	EL0333FR00F14	Βασιλοπόταμος Ρ.	62.97	70.34	11.70%
3	EL0333FR0002	Ευρώτας Π.	66.22	64.04	-3.29%
4	EL0331FR00F13	Στραβόρεμα Ρ.	62.77	77.96	24.21%
5	EL0331FR00F12	Κορακοφωλιά Ρ.	68.87	57.54	-16.46%
6	EL0331FR00F11	Λαγκάδα Ρ.	68.87	81.20	17.91%
7	EL0331FR0015	Βρασιάτης Ρ.	62.65	56.48	-9.84%
8	EL0331FR00F10	Όρμος Άστρους1#	64.80	61.92	-4.44%
9	EL0331FR00F16	Σκατιάς Ρ.	56.97	62.72	10.10%
10	EL0331FR00F8	Όρμος Άστρους2#	57.58	71.88	24.84%
11	EL0331FR0019	Τάνος Π.	66.08	64.33	-2.64%
12	EL0331FR00F6	Ερασίνος Π.	61.40	64.81	5.56%
13	EL0331FR0002	Ίναχος Π.	63.09	60.35	-4.34%
14	EL0331FR00F5	Ξεριάς Ρ.	59.23	61.74	4.25%
15	EL0331FR00F4	Μεγάλο Ρ.	66.72	78.42	17.53%
16	EL0331FR00F3	Άρια#	63.85	75.61	18.42%
17	EL0331FR00F2	Δαφνόρρεμα	61.74	66.65	7.95%
18	EL0331FR0033	Ράδος Π.	64.01	57.46	-10.24%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
19	EL0331FR00F1	Ίρια#	64.04	65.57	2.40%
20	EL0331FR0023	Ξοβριό Ρ.	63.44	56.97	-10.20%
21	EL0331FR00F7	Κουτουζαίικα#	59.49	48.92	-17.77%
22	EL0331FR00F9	Πλακούλα Ρ.	65.50	61.69	-5.83%
23	EL0330FR00F17	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	62.11	59.72	-3.84%
24	EL0330FR00F16	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	66.90	62.95	-5.90%
25	EL0333FR00F42	Δίχοβας Ρ.	-	69.97	-
26	EL0331FR00F38	Ασωπός Β.2#	-	82.24	-
27	EL0331FR00F37	Ασωπός Β.1#	-	82.00	-
28	EL0331FR00F39	Ποταμιά Ρ.	-	79.80	-
29	EL0333FR00F40	Μαυροβούνιον#	-	82.51	-
30	EL0333FR0003	Πλατύς Π.	-	73.29	-
31	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης Ρ.	-	69.63	-
32	EL0331FR0011	Δαφνών Ρ.	-	48.34	-
33	EL0331FR00F33	Γιαννακάκη Ρ.	-	53.45	-
34	EL0331FR00F34	Παλαιά Επίδαυρος#	-	58.05	-
35	EL0331FR00F29	Βαθύ Ρ.	-	80.71	-
36	EL0331FR00F22	Σαμπάριζας Ρ.	-	80.90	-
37	EL0331FR00F18	Βαρελά Ρ.	-	80.06	-
38	EL0331FR00F20	Σωληνάριον#	-	81.20	-
39	EL0331FR00F30	Όρμος Κοιλιάδος#	-	74.47	-
40	EL0331FR00F31	Φούρνοι#	-	62.42	-
41	EL0331FR00F32	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	-	55.15	-
42	EL0331FR00F19	Μετόχιον#	-	87.13	-
43	EL0331FR00F21	Πηγάδια#	-	83.84	-
44	EL0331FR00F23	Αγ. Αικατερίνη#	-	81.07	-
45	EL0331FR00F24	Πλεπίου Ρ.	-	79.93	-
46	EL0331FR00F28	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	-	77.63	-
47	EL0331FR00F27	Ρεματάκι	-	65.68	-
48	EL0331FR00F36	Χειλόρρεμα	-	58.74	-
49	EL0331FR00F35	Τζαμί Ρ.	-	51.92	-
50	EL0331FR00F25	Ρόρου Ρ.	-	81.72	-
51	EL0331FR00F26	Λ. Θερμησίας#	-	79.80	-

Πίνακας 3.8: Τιμές και μεταβολές αριθμών καμπύλης CNII για μέσες συνθήκες υγρασίας σε σχέση με τον 1ο κύκλο ΣΔΚΠ σε επίπεδο υπολεκανών απορροής

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
-----	-----------------	----------	---------------------------	------------------------------	----------

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
0	EL0333FR00F1501	Λαγκάδια Ρ.	66.06	68.69	3.98%
1	EL0333FR00F1401	Βασιλοπόταμος Ρ.	62.97	70.34	11.70%
2	EL0331FR00F1301	Στραβόρεμα Ρ.	62.77	77.96	24.21%
3	EL0331FR00F1101	Λαγκάδα Ρ.	68.87	81.20	17.91%
4	EL0331FR00F1501	Βρασιάτης Ρ.	62.65	56.48	-9.84%
5	EL0331FR00F1001	Όρμος Άστρους1#	64.80	61.92	-4.44%
6	EL0331FR00F1601	Σκατιάς Ρ.	56.97	62.72	10.10%
7	EL0331FR00F801	Όρμος Άστρους2#	57.58	71.88	24.84%
8	EL0331FR00F1901	Τάνος Π.	66.08	64.33	-2.64%
9	EL0331FR00F601	Ερασίνος Π.	61.40	64.81	5.56%
10	EL0331FR00F501	Ξεριάς Ρ.	59.23	61.74	4.25%
11	EL0331FR00F401	Μεγάλο Ρ.	66.72	78.42	17.53%
12	EL0331FR00F301	Άρια#	63.85	75.61	18.42%
13	EL0331FR00F201	Δαφνόρρεμα	61.74	66.65	7.95%
14	EL0331FR00F101	Ίρια#	64.04	65.57	2.40%
15	EL0331FR00F701	Κουτουζαίικα#	59.49	48.92	-17.77%
16	EL0331FR00F901	Πλακούλα Ρ.	65.50	61.69	-5.83%
17	EL0330FR00F1701	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	62.11	59.72	-3.84%
18	EL0330FR00F1601	Κλ. Λεκάνη Τρίτολης	66.90	62.95	-5.90%
19	EL0333FR00F4201	Δίχοβας Ρ.	-	69.97	-
20	EL0331FR00F3801	Ασωπός Β.2#	-	82.24	-
21	EL0331FR00F3701	Ασωπός Β.1#	-	82.00	-
22	EL0331FR00F3901	Ποταμιά Ρ.	-	79.80	-
23	EL0333FR00F4001	Μαυροβούνιον#	-	82.51	-
24	EL0331FR00F2901	Βαθύ Ρ.	-	80.71	-
25	EL0331FR00F2201	Σαμπάριζας Ρ.	-	80.90	-
26	EL0331FR00F2001	Σωληνάριον#	-	81.20	-
27	EL0331FR00F3001	Όρμος Κοιλιάδος#	-	74.47	-
28	EL0331FR00F3101	Φούρνοι#	-	62.42	-
29	EL0331FR00F3201	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	-	55.15	-
30	EL0331FR00F1901	Μετόχιον#	-	87.13	-
31	EL0331FR00F2101	Πηγάδια#	-	83.84	-
32	EL0331FR00F2301	Αγ. Αικατερίνη#	-	81.07	-
33	EL0331FR00F2401	Πλεπίου Ρ.	-	79.93	-
34	EL0331FR00F2801	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	-	77.63	-
35	EL0331FR00F3601	Χειλόρρεμα	-	58.74	-
36	EL0331FR00F2601	Λ. Θερμησίας#	-	79.80	-
37	EL0331FR000201	Ίναχος π. εκβολή	51.52	75.49	46.51%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
38	EL0331FR000202	Κενο GR311478502	44.27	76.78	73.43%
39	EL0331FR000203	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με π. Ίναχο	57.59	74.18	28.79%
40	EL0331FR000204	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	60.51	62.51	3.32%
41	EL0331FR000205	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	63.78	54.21	-15.00%
42	EL0331FR000221	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	61.37	62.50	1.84%
43	EL0331FR000231	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006	64.54	56.39	-12.64%
44	EL0331FR000241	Δερβένι Ρ.	66.66	68.53	2.80%
45	EL0333FR000201	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	64.54	58.33	-9.62%
46	EL0333FR000202	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	64.51	60.72	-5.88%
47	EL0333FR000221	Γερακάρη ρ.	69.98	73.67	5.28%
48	EL0333FR000222	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	68.11	76.88	12.88%
49	EL0333FR000223	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF002	64.90	55.44	-14.57%
50	EL0333FR000203	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	64.00	65.70	2.66%
51	EL0333FR000231	Οινούς Π.	66.05	60.16	-8.92%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
52	EL0331FR000701	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	66.33	74.87	12.88%
53	EL0331FR000702	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	63.50	52.66	-17.08%
54	EL0333FR000303	Βαρδούνιας ρ.	-	63.62	-
55	EL0333FR000321	Περιβολάκι ρ.	-	74.41	-
56	EL0333FR000311	Παραδείσι ρ.	-	76.37	-
57	EL0333FR000302	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	-	83.84	-
58	EL0333FR000301	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	-	89.82	-
59	EL0331FR00F3311	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλων κλάδος από Αγ. Αντώνιο	-	52.72	-
60	EL0331FR00F3321	Αυλού Ρ.	-	62.87	-
61	EL0331FR00F3303	Κοδέλες Ρ.	-	56.62	-
62	EL0331FR00F3312	Κοκκινόβραχος Ρ.	-	57.86	-
63	EL0331FR00F3301	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	-	48.02	-
64	EL0331FR00F3302	Λιοφάτες Ρ.	-	47.06	-
65	EL0333FR00F4102	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	-	71.19	-
66	EL0333FR00F4101	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	-	65.69	-
67	EL0331FR00F2511	Τουτούνη ρ.	-	81.28	-
68	EL0331FR00F2501	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	-	81.26	-

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
69	EL0331FR00F2502	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	-	81.81	-
70	EL0331FR00F2701	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 έως εκβολή	-	81.58	-
71	EL0331FR00F2702	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF008	-	60.54	-
72	EL0331FR00F2711	Συμβάλλον κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	-	76.48	-
73	EL0331FR00F3511	Δαιμονοστάσι Ρ.	-	47.80	-
74	EL0331FR00F3502	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	-	52.27	-
75	EL0331FR00F3501	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	-	57.21	-
76	EL0331FR00F1802	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	-	79.98	-
77	EL0331FR00F1811	Μυλόρρεμα	-	80.05	-
78	EL0331FR00F1801	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	-	80.81	-
79	EL0331FR001102	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF003	-	48.23	-
80	EL0331FR001101	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF003 έως εκβολή	-	48.86	-
81	EL0331FR002302	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSF006	62.49	58.31	-6.69%
82	EL0331FR002301	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως εκβολή	63.98	56.22	-12.12%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

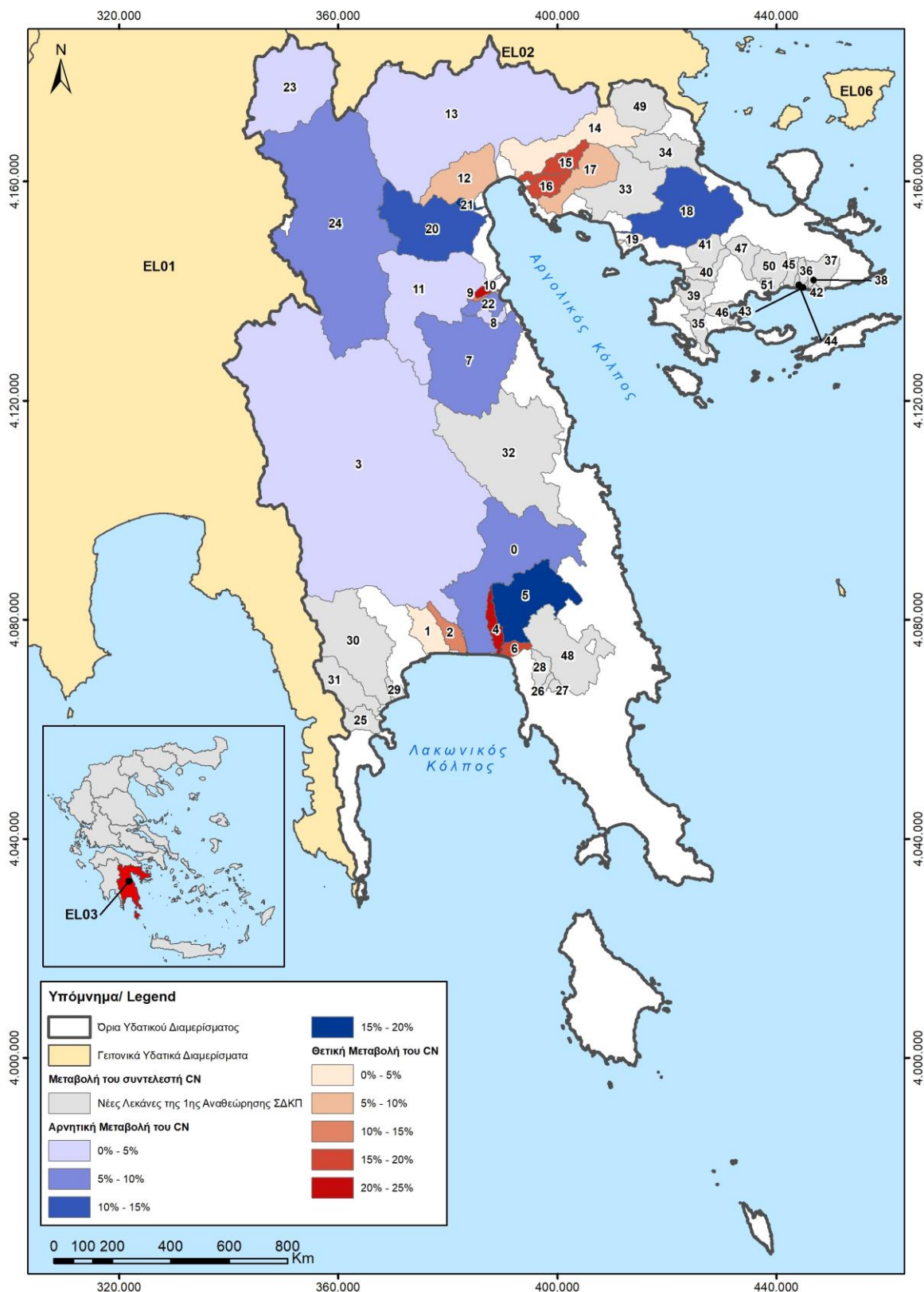
Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
83	EL0331FR003303	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004	67.15	58.36	-13.09%
84	EL0331FR003301	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004 έως εκβολή	60.57	53.90	-11.02%
85	EL0331FR003302	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004	61.11	57.69	-5.60%
86	EL0331FR00F3403	Μαργέρι ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)	-	57.07	-
87	EL0331FR00F3402	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου	-	58.96	-
88	EL0331FR00F3401	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση	-	57.06	-
89	EL0333FR000261	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	67.68	65.38	-3.39%
90	EL0333FR000207	Λαγκάδα ρ.	72.08	71.11	-1.34%
91	EL0333FR000206	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002	72.22	71.06	-1.60%
92	EL0333FR000205	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF002	66.38	62.67	-5.59%

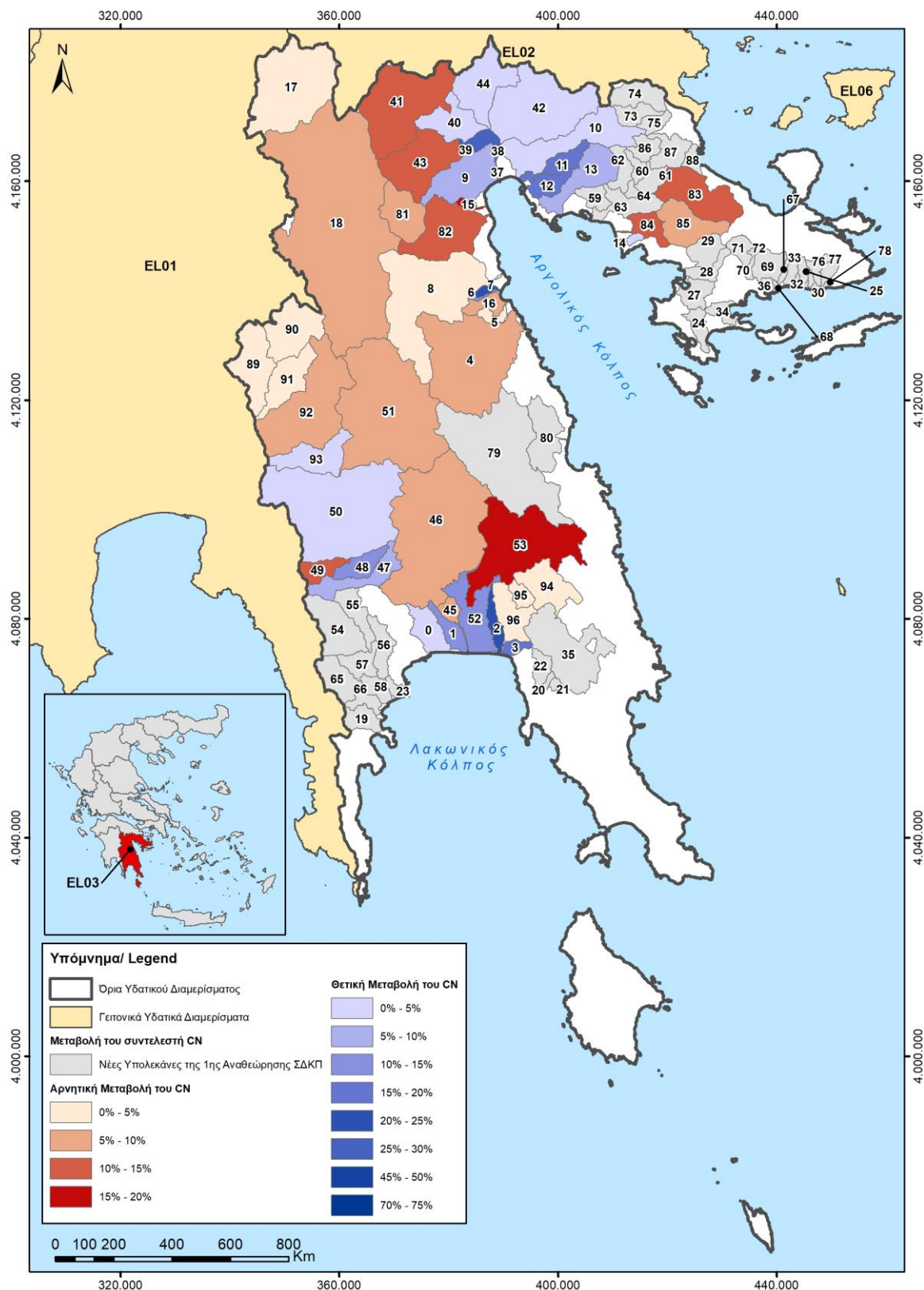
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία	CNII (1ου κύκλου ΣΔΚΠ)	CNII (1η αναθεώρηση ΣΔΚΠ)	Μεταβολή
93	ΕΛ0333FR000204	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF002 έως συμβολή με π. Οινούς	70.08	73.40	4.74%
94	ΕΛ0331FR00F1203	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF001	65.63	47.74	-27.26%
95	ΕΛ0331FR00F1202	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF001	69.18	54.12	-21.76%
96	ΕΛ0331FR00F1201	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSF001 έως εκβολή	72.84	70.86	-2.72%



Σχήμα 3.18: Απεικόνιση % αλλαγών CN_{II} (μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας) σε σχέση με τον 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) σε επίπεδο λεκανών απορροής



Σχήμα 3.19: Απεικόνιση % αλλαγών CN_{II} (μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας) σε σχέση με τον 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ στο ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) σε επίπεδο υπολεκάνων απορροής

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι σε επίπεδο λεκανών απορροής, οι μεγαλύτερες αρνητικές (-15 έως -20%) ποσοστιαίες μεταβολές (μείωση του αριθμού CN) σε σχέση με τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ παρατηρούνται στην λεκάνη απορροής του ρ. Μεγάλο Ρέμα και του ρ. Στραβόρεμα, ενώ οι μεγαλύτερες θετικές (+20 έως +25%) ποσοστιαίες μεταβολές παρουσιάζονται στις λεκάνες απορροής του ρ. Κορακοφωλιά, του Ρ. Ράδου και του ρ. Εόβριου. Μεγάλες μεταβολές παρουσιάζονται και σε υπολεκάνες όπου η επίδραση πρόσφατων πυρκαγιών είναι σημαντική όπως στα υδατορέματα π. Πλατύ και ρ. Τουρκόβρυσης.

Στατιστικά, οι ποσοστιαίες μεταβολές του CN εντός των λεκανών απορροής έχουν ως εξής:

- από 0-5% έχουν ~15% των λεκανών απορροής
- 5-10% έχουν ~12% των λεκανών απορροής
- 10-15% έχουν το 8% των λεκανών απορροής
- 15-20% έχουν ~10% των λεκανών απορροής και
- >20% έχουν το ~4 % των λεκανών απορροής

Για το υπόλοιπο 51% των λεκανών απορροής δεν μπορούν να γίνουν οσοστιαίες μεταβολές του CN δεδομένου ότι είναι νέες λεκάνες ή γεωμετρικά έχουν έντονα μεταβληθεί σε σχέση με τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ.

3.5 Εκτίμηση πλημμυρογραφήματος γεγονότος βροχής δεδομένης περιόδου επαναφοράς

3.5.1 Γενικά

Η ενεργός βροχόπτωση που εκτιμάται με την μέθοδο SCS-CN αντιπροσωπεύει την χωρικά ομοιόμορφη επιφανειακή απορροή που παράγεται σε όλη την έκταση της υπολεκάνης. Η απορροή αυτή διοδεύεται μέσω του υδρογραφικού δικτύου καθώς και μέσω άλλων διαδρομών (π.χ. υπεδάφια ως υποδερμική ροή) έως τον κόμβο εξόδου της. Ο χωρορονικός μετασχηματισμός της απορροής σε πλημμυρική παροχή στην έξοδο της λεκάνης γίνεται με εφαρμογή της θεωρίας του μοναδιαίου υδρογραφήματος (unit hydrograph).

Ειδικότερα, αν είναι γνωστή η χρονική εξέλιξη της ενεργού βροχόπτωσης, $he(t)$, σε διακριτό χρόνο t και το μοναδιαίο υδρογράφημα (ΜΥ) της λεκάνης για διάρκεια ίση με την χρονική διακριτότητα της βροχόπτωσης σχεδιασμού, Δt , τότε ο υπολογισμός του πλημμυρογραφήματος εξόδου γίνεται με εφαρμογή της αρχής της επαλληλίας. Ειδικότερα, από κάθε επιμέρους τμήμα ενεργού βροχόπτωσης στο χρονικό διάστημα $[t, t + \Delta t]$ παράγεται το επιμέρους πλημμυρογράφημα, πολλαπλασιάζοντας το ύψος βροχής $he(t)$ με τις τεταγμένες του ΜΥ. Αν D είναι η συνολική διάρκεια της βροχόπτωσης σχεδιασμού, τότε παράγονται $N = D/\Delta t$ υδρογραφήματα, τα οποία αθροίζονται χρονικά ώστε να προκύψει το συνολικό πλημμυρογράφημα στην έξοδο της υπολεκάνης.

Το ΜΥ μιας δεδομένης διάρκειας βροχής αποτελεί χαρακτηριστικό μέγεθος της υπολεκάνης, που στην παρούσα μελέτη παράγεται συνθετικά (ήτοι με βάση γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης), καθώς δεν διατίθενται δεδομένα πλημμυρικών επεισοδίων στο σύνολο της περιοχής μελέτης που θα καθιστούσαν εφικτή την εξαγωγή του ΜΥ από μετρήσεις. Η επιλογή του κατάλληλου συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (ΣΜΥ) ανά τύπο υπολεκάνης, προκύπτει από την ανάλυση των

διαθέσιμων υδρομετρικών δεδομένων. Η επιλογή αυτή γίνεται έχοντας ως βάση τις σχετικές προδιαγραφές της Natural Resources Conservation Service (NRCS, 2007).

3.5.2 Υπολογισμός χρόνου συγκεντρώσεως

Ο χρόνος συγκέντρωσης (ή χρόνος συρροής) t_c αποτελεί χαρακτηριστική χρονική παράμετρο της λεκάνης και ορίζεται, θεωρητικά, ως ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει το νερό που απορρέει επιφανειακά από το υδραυλικά πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης μέχρι τη διατομή εξόδου (Dingman, 1994).

Ο (McCuen, 2009) αναφέρει και μια διαφορετική θεωρητική ερμηνεία, ορίζοντας ως χρόνο συγκέντρωσης τη χρονική απόσταση από το πέρας της ενεργού βροχόπτωσης (δηλαδή του τμήματος της βροχής που μετατρέπεται σε άμεση ή επιφανειακή απορροή) μέχρι το πέρας της επιφανειακής απορροής. Η διαδρομή του νερού ορίζεται κατά μήκος της κύριας μισγάγκειας της λεκάνης και περιλαμβάνει 2 συνιστώσες:

- Τη διαδρομή του νερού στο ανάντη – μη διαμορφωμένο τμήμα (πλαγιές και μισγάγκειες)
- Τη διαδρομή στο κατάντη διαμορφωμένο τμήμα του κύριου υδατορέματος

Ο χρόνος συγκέντρωσης εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, όπως:

- Το σχήμα και η έκταση της λεκάνης απορροής.
- Το μήκος και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου.
- Η κλίση του εδάφους.
- Τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την τραχύτητα του εδάφους (π.χ. φυτοκάλυψη).
- Τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά υδρογραφικού δικτύου.

Ο χρόνος συγκέντρωσης αποτελεί τυπική παράμετρο εισόδου πληθώρας μεθόδων υδρολογικής ανάλυσης, μεταξύ των οποίων η μέθοδος που εφαρμόζεται στη μελέτη. Προφανώς, λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου, δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του στη βάση των φυσικών νόμων. Για το λόγο αυτό, στις εφαρμογές της πράξης εφαρμόζονται συνήθως εμπειρικές σχέσεις της βιβλιογραφίας, οι οποίες εκτιμούν τον χρόνο συγκέντρωσης συναρτήσει χαρακτηριστικών γεωμετρικών μεγεθών της λεκάνης.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιείται η σχέση του **Giandotti**. Πρόκειται για την πλέον διαδεδομένη προσέγγιση στην ελληνική πρακτική, και είναι αυτή μάλιστα που συστήνεται από τις προδιαγραφές των υδραυλικών έργων (ΠΔ 696, 1974). Ειδικότερα, η σχέση του Giandotti έχει παραχθεί με ανάλυση δεδομένων σε 12 λεκάνες, με εύρος μεγεθών από 170 έως 70 000 km². Μάλιστα, από εκτεταμένες αναλύσεις πλημμυρικών δεδομένων στην Κύπρο, φαίνεται ότι η συγκεκριμένη μέθοδος είναι η μοναδική που αναπαράγει με ικανοποιητική ακρίβεια τις παρατηρημένες παροχές αιχμής (Galiouna *et al.*, 2011).

Από εκτεταμένες αναλύσεις πλημμυρικών δεδομένων στην Κύπρο, φαίνεται ότι η συγκεκριμένη μέθοδος είναι η μοναδική που αναπαράγει με ικανοποιητική ακρίβεια τις παρατηρημένες παροχές αιχμής, μέσω της ορθολογικής μεθόδου (Γαλιούνα, 2011). Η χρήση της σχέσης Giandotti προτείνεται

σε σύγχρονα ερευνητικά προγράμματα σχετικά με την υδρολογία των πλημμυρών (Efstratiadis, Koussis, Koutsoyiannis, & Mamas, 2014) (Κουκουβίνος, 2014) ενώ έχει επίσης αποδειχθεί αρκετά αντιπροσωπευτική του χρόνου απόκρισης ενός μεγάλου αριθμού λεκανών στην Ελλάδα και την Ιταλία, για συνήθη επεισόδια πλημμυρών (Michailidi et al., 2018).

Η σχέση Giandotti δίνεται από τον τύπο:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{\Delta Z}} \quad (3.32)$$

Όπου

t_c : Χρόνος συγκέντρωσης (h)

A : Επιφάνεια λεκάνης απορροής (km²)

L : Μήκος κύριας μισγάγκειας (km)

ΔZ : Η υψομετρική διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης από το υψόμετρο της εξόδου της (m)

Δεδομένου ότι η ταχύτητα ροής του νερού, τόσο πάνω στην επιφάνεια του εδάφους όσο και κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, δεν είναι σταθερή αλλά αυξάνει με την παροχή, αντίστοιχος ο χρόνος συγκέντρωσης μειώνεται με την παροχή. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι Grimaldi et al. (2012), αναλύοντας μεγάλο αριθμό πλημμυρικών επεισοδίων, διαπίστωσαν ότι η ποσότητα t_c μπορεί να διαφέρει ακόμα και τάξεις μεγέθους μεταξύ επεισοδίων καταιγίδας διαφορετικής έντασης. Η μεταβλητότητα αυτή εξηγείται φυσικά από την εξάρτηση της ταχύτητας του κινηματικού κύματος από την παροχή, που είναι ένα μη γραμμικό φαινόμενο (Koussis, 2009). Προφανώς, όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή επιφανειακής απορροής, τόσο πιο γρήγορα θα φτάσει η απορροή αυτή στην έξοδο της λεκάνης. Πρόσφατα, οι Michailidi et al. (2018) ανέπτυξαν ένα γενικό πλαίσιο εκτίμησης του χρόνου συγκέντρωσης ως συνάρτηση της έντασης της ενεργού βροχόπτωσης που παράγεται στη λεκάνη, το οποίο βασίζεται στις υποθέσεις της κινηματικής μεθόδου. Από αναλύσεις σε μεγάλο αριθμό λεκανών, με χρήση εργαλείων ΣΓΠ, κατέληξαν σε περιοχικές σχέσεις που, μεταξύ άλλων, είναι συνεπείς με τα ευρήματα των Grimaldi et al. (2012).

Στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε μια πιο εύχρηστη εμπειρική μέθοδος, που προτάθηκε από τους Ευστρατιάδη κ.ά. (2014), η οποία αξιοποιήθηκε και στις μελέτες πλημμυρών της Οδηγίας 2007/60/EK (Papaioannou et al., 2018). Σύμφωνα με αυτή, ο χρόνος συγκέντρωσης είναι συνάρτηση της κρίσιμης έντασης βροχής που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς T , και δίνεται από τη σχέση:

$$t_c(T) = t_c^* \sqrt{\frac{i(5)}{i(T)}} \quad (3.33)$$

Όπου

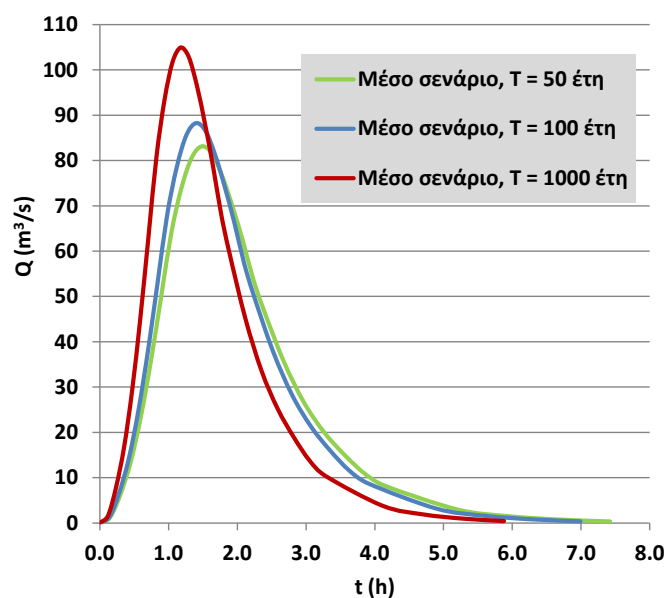
$t_c(T)$: Χρόνος συγκέντρωσης για την εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς (h)

t_c^* : Αντιπροσωπευτικός χρόνος συγκέντρωσης αναφοράς για περίοδο επαναφοράς $T=5$ έτη κατά Giandotti

- Κρίσιμη ένταση βροχής που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς $T = 5$ έτη, για την
- $i(5)$: οποία θεωρείται αντιπροσωπευτική η εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης κατά Giandotti
- $i(T)$: Ένταση βροχής για την εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς

Δεδομένου ότι η ένταση εκτιμάται από την όμβρια καμπύλη, ο λόγος $i(5)/i(T)$ είναι ανεξάρτητος της χρονικής κλίμακας στην οποία αναφέρεται η τιμή της βροχής.

Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις έχουν σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά της πλημμύρας, καθώς διαφοροποιείται το σχήμα του μοναδιαίου υδρογραφήματος, αφού ο χρόνος συγκέντρωσης μειώνεται μεταβαίνοντας σε μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς.



Σχήμα 3.20: Διαφοροποίηση σχήματος Συνθετικού Μοναδιαίου Υδρογραφήματος για μέσες υδρολογικές συνθήκες

Αν και στις περισσότερες εμπειρικές σχέσεις και στην καθιερωμένη πρακτική, ο χρόνος συγκέντρωσης λαμβάνεται σταθερός, αυτό δεν ισχύει στην πραγματικότητα. Από τον ορισμό του χρόνου συγκέντρωσης και την ανάλυση των 2 διαδρομών που αναφέρθηκε προηγουμένως, προκύπτει ότι ο χρόνος συγκέντρωσης μειώνεται με την αύξηση παροχής.

Με την παραπάνω σχέση εκτιμάται ο χρόνος συγκέντρωσης, για περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη. Γενικά, η μείωση που επιτυγχάνεται σε σχέση με τον χρόνο αναφοράς κατά Giandotti είναι για τις μέσες συνθήκες της τάξης του 20-25% για $T = 50$ έτη και 25-30% για $T = 100$ έτη, ενώ φτάνει στο ~40% για $T = 1000$ έτη.

3.5.3 Διάρκεια βροχής – βήμα υπολογισμού

Σύμφωνα και με τις τεχνικές προδιαγραφές του έργου : “Για την κατάρτιση των υετογραφημάτων για καταιγίδες με τις προαναφερθείσες περιόδους επαναφοράς, η διάρκεια βροχής λαμβάνεται ως πολλαπλάσιο του χρόνου συγκέντρωσης”.

Η διάρκεια του υετογραφήματος σχεδιασμού συνίσταται, να επιλέγεται ίση με το τριπλάσιο, τουλάχιστον, του χρόνου συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης (Κουκουβίνος, 2014).

Με αφετηρία το παραπάνω κριτήριο υπολογισμού, λαμβάνονται 3 διαφορετικές περιπτώσεις διάρκειας υετογραφήματος (12h 24h και 48h) σύμφωνα με την ακολουθούμενη πρακτική στις υδρολογικές μελέτες. Η ελάχιστη διάρκεια υετογραφήματος είναι 12h. Αυτό ισχύει ακόμα και στις περιπτώσεις που ο χρόνος συγκέντρωσης είναι ιδιαιτέρως μικρός, ακόμα και μικρότερος των 4 ωρών. Η μέγιστη διάρκεια είναι 48 ώρες.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η διάρκεια του υετογραφήματος για κάθε λεκάνη απορροής του ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 3.9 : Διάρκεια υετογραφήματος καταιγίδας για το ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος* - Όρια Υπολεκάνης	Επιφάνεια (km ²)	Χρόνος συρροής Giandotti (hrs)	Διάρκεια καταιγίδας σχεδιασμού
EL0330FR00F1601	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	698,86	12,43	48
EL0330FR00F1701	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	207,20	5,64	24
EL0331FR000201	Ίναχος π. εκβολή	0,25	4,38	24
EL0331FR000202	Κενο GR311478502	1,40	3,81	24
EL0331FR000203	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με π. Ίναχο	18,69	4,53	24
EL0331FR000204	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	57,05	4,25	24
EL0331FR000205	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	182,57	4,91	24
EL0331FR000221	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	190,51	6,13	24
EL0331FR000231	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006	110,48	3,97	24
EL0331FR000241	Δερβένι Ρ.	90,91	5,33	24
EL0331FR000701	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	71,19	9,06	24
EL0331FR000702	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	201,92	6,17	24
EL0331FR001101	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF003 έως εκβολή	62,72	3,01	24
EL0331FR001102	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF003	278,87	5,08	24
EL0331FR001501	Βρασιάτης Ρ.	250,10	5,20	12
EL0331FR001901	Τάνος Π.	248,19	6,29	24
EL0331FR002301	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως εκβολή	108,34	4,89	24
EL0331FR002302	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSF006	60,80	3,18	24
EL0331FR003301	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004 έως	27,06	3,09	24

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος* - Όρια Υπολεκάνης	Επιφάνεια (km ²)	Χρόνος συρροής Giandotti (hrs)	Διάρκεια καταιγίδας σχεδιασμού
	εκβολή			
EL0331FR003302	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004	64,76	3,91	24
EL0331FR003303	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSF004	89,86	5,06	24
EL0331FR00F1001	Όρμος Άστρους1#	10,76	2,66	12
EL0331FR00F101	Ίρια#	5,22	2,95	12
EL0331FR00F1101	Λαγκάδα Ρ.	10,76	2,22	12
EL0331FR00F1201	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF001 έως εκβολή	49,04	4,70	24
EL0331FR00F1202	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	15,06	3,38	24
EL0331FR00F1203	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF001	61,41	4,23	24
EL0331FR00F1301	Στραβόρεμα Ρ.	18,57	5,36	24
EL0331FR00F1601	Σκατιάς Ρ.	3,43	1,62	12
EL0331FR00F1801	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	1,51	1,05	12
EL0331FR00F1802	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	11,84	1,94	12
EL0331FR00F1811	Μυλόρρεμα	10,12	1,77	12
EL0331FR00F1901	Μετόχιον#	2,54	2,66	12
EL0331FR00F2001	Σωληνάριον#	2,75	1,32	12
EL0331FR00F201	Δαφνόρρεμα	71,27	4,70	12
EL0331FR00F2101	Πηγάδια#	1,22	1,69	12
EL0331FR00F2201	Σαμπάριζας Ρ.	7,67	1,64	12
EL0331FR00F2301	Αγ. Αικατερίνη#	2,57	1,51	12
EL0331FR00F2401	Πλεπίου Ρ.	10,02	2,01	12
EL0331FR00F2501	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	2,15	2,71	12

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος* - Όρια Υπολεκάνης	Επιφάνεια (km ²)	Χρόνος συρροής Giandotti (hrs)	Διάρκεια καταιγίδας σχεδιασμού
EL0331FR00F2502	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	27,49	2,92	12
EL0331FR00F2511	Τουτούνη ρ.	4,00	1,42	12
EL0331FR00F2601	Λ. Θερμησίας#	4,93	1,83	12
EL0331FR00F2701	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 έως εκβολή	0,21	0,60	12
EL0331FR00F2702	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF008	17,10	2,30	12
EL0331FR00F2711	Συμβάλλων κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	7,83	2,31	12
EL0331FR00F2801	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	14,39	3,98	12
EL0331FR00F2901	Βαθύ Ρ.	19,46	4,89	12
EL0331FR00F3001	Όρμος Κοιλιάδος#	25,66	4,43	12
EL0331FR00F301	Άρια#	24,45	5,14	12
EL0331FR00F3101	Φούρνοι#	18,94	3,00	12
EL0331FR00F3201	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	27,70	2,45	12
EL0331FR00F3301	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	39,31	3,76	12
EL0331FR00F3302	Λιοφάτες Ρ.	6,67	1,87	12
EL0331FR00F3303	Κοδέλες Ρ.	20,66	3,26	12
EL0331FR00F3311	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλων κλάδος από Αγ. Αντώνιο	18,79	2,93	12
EL0331FR00F3312	Κοκκινόβραχος Ρ.	21,92	2,68	12
EL0331FR00F3321	Αυλού Ρ.	11,35	2,49	12
EL0331FR00F3401	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση	11,34	1,82	12
EL0331FR00F3402	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 από συμβολή ρ.	34,05	3,18	12

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος* - Όρια Υπολεκάνης	Επιφάνεια (km ²)	Χρόνος συρροής Giandotti (hrs)	Διάρκεια καταιγίδας σχεδιασμού
	Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου			
EL0331FR00F3403	Μαργέρη ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)	19,78	1,95	12
EL0331FR00F3501	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	14,81	1,95	12
EL0331FR00F3502	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	41,57	2,75	12
EL0331FR00F3511	Δαιμονοστάσι Ρ.	22,53	2,36	12
EL0331FR00F3601	Χειλόρρεμα	130,27	5,62	24
EL0331FR00F3701	Ασωπός Β.1#	4,54	4,19	12
EL0331FR00F3801	Ασωπός Β.2#	4,01	3,25	12
EL0331FR00F3901	Ποταμιά Ρ.	17,60	3,43	12
EL0331FR00F401	Μεγάλο Ρ.	30,26	4,17	12
EL0331FR00F501	Ξεριάς Ρ.	120,80	5,72	24
EL0331FR00F601	Ερασίνο Ρ.	86,95	5,53	24
EL0331FR00F701	Κουτουζαίικα#	5,73	1,63	12
EL0331FR00F801	Όρμος Άστρους2#	5,78	2,73	12
EL0331FR00F901	Πλακούλα Ρ.	19,60	3,09	12
EL0333FR000201	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	13,51	4,65	48
EL0333FR000202	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	377,82	8,68	48
EL0333FR000203	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	337,13	7,45	48
EL0333FR000204	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με π. Οινούς	63,31	4,38	48
EL0333FR000205	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	192,90	6,19	48

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Υπολεκάνης Απορροής	Ονομασία Υδατορέματος* - Όρια Υπολεκάνης	Επιφάνεια (km ²)	Χρόνος συρροής Giandotti (hrs)	Διάρκεια καταιγίδας σχεδιασμού
EL0333FR000206	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002	61,36	4,27	48
EL0333FR000207	Λαγκάδα ρ.	83,71	5,00	48
EL0333FR000221	Γερακάρη ρ.	50,51	4,06	48
EL0333FR000222	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	30,30	3,90	48
EL0333FR000223	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002	25,40	1,74	48
EL0333FR000231	Οινους Π.	348,26	6,78	48
EL0333FR000261	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	84,40	4,58	48
EL0333FR000301	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	18,52	4,71	24
EL0333FR000302	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	27,29	3,33	24
EL0333FR000303	Βαρδούνιας ρ.	74,55	3,41	24
EL0333FR000311	Παραδείσι ρ.	29,48	4,75	24
EL0333FR000321	Περιβολάκι ρ.	33,25	3,38	24
EL0333FR00F1401	Βασιλοπόταμος Ρ.	23,60	6,78	24
EL0333FR00F1501	Λαγκάδια Ρ.	40,18	6,28	24
EL0333FR00F4001	Μαυροβούνιον#	8,05	3,66	12
EL0333FR00F4101	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR001 έως εκβολή	16,61	3,56	12
EL0333FR00F4102	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR001	41,82	2,72	12
EL0333FR00F4201	Δίχοβας Ρ.	25,47	3,46	12

*Για τα ρέματα με # δεν βρέθηκε ονομασία στον χάρτη 1:50.000 και δηλώνεται η περιοχή εκβολής τους

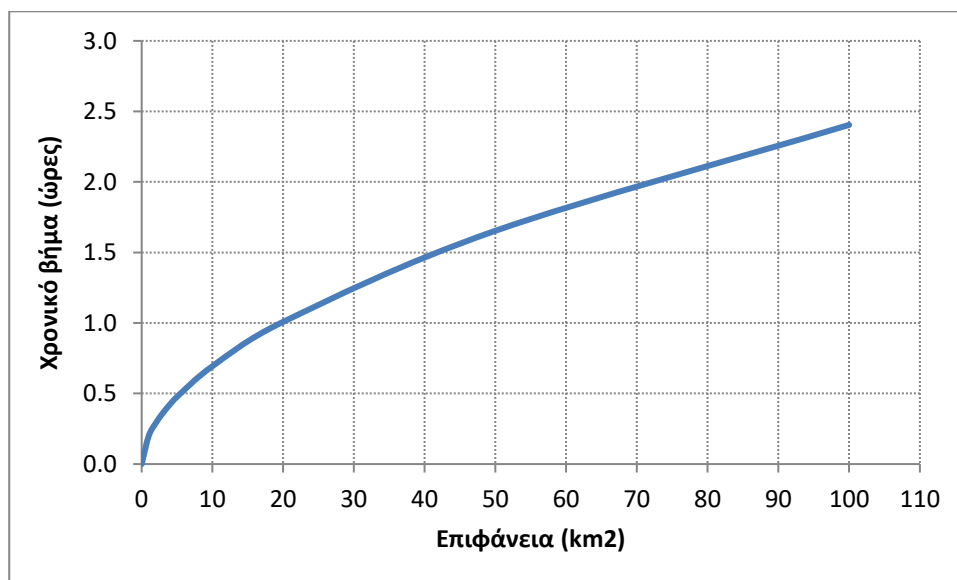
Όσον αφορά στη χρονική διακριτότητα της βροχόπτωσης, η οποία καθορίζει και το χρονικό βήμα υπολογισμών της υδρολογικής προσομοίωσης, πρέπει να επιλεγθεί μία τιμή επαρκώς μικρή ώστε να μπορεί να περιγραφεί με ακρίβεια το φαινόμενο και να εντοπιστεί η αιχμή αλλά και όχι ιδιαιτέρως μικρή ώστε να καθιστά πολύπλοκο το υπολογιστικό σύστημα. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν εμπειρικές συστάσεις για την επιλογή του χρονικού βήματος.

Σύμφωνα με τον (Maniak, 1997) το χρονικό βήμα συνίσταται να λαμβάνεται $1/3 - 1/5$ του χρόνου ανόδου. Με αυτό τον τρόπο περιγράφεται με ικανοποιητική ακρίβεια η αιχμή του πλημμυρογραφήματος. Επιπλέον προτείνεται μία εμπειρική σχέση ανάμεσα στο χρονικό βήμα και την επιφάνεια της λεκάνης απορροής.

Το Κέντρο Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center) του σώματος μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (U.S. Army Corps of Engineers) συνιστά το βήμα των υπολογισμών να λαμβάνεται μικρότερο από το 30% του χρόνου υστέρησης αιχμής.

Σε πρόσφατες εργασίες (Κουκουβίνος, 2014) το χρονικό βήμα συνιστάται να επιλέγεται ίσο με το $1/3$ του μικρότερου από τους χρόνους συγκέντρωσης των υπολεκάνων, για την υπόψη περίοδο επαναφοράς. Σε λεκάνες μεγαλύτερες των 10km^2 , το χρονικό βήμα μπορεί να λαμβάνεται ωριαίο.

Με βάση τις παραπάνω προτάσεις της βιβλιογραφίας και λαμβάνοντας υπ' όψιν την μεγάλη διακύμανση που παρατηρείται στους χρόνους συγκέντρωσης των διαφόρων υπολεκάνων, επιλέχθηκε χρονικό βήμα προσομοίωσης 5 λεπτά δεδομένου ότι πολλές από τις λεκάνες απορροής στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) είναι αρκετά μικρές.



Σχήμα 3.21 : Συσχέτιση χρονικού βήματος και έκτασης της λεκάνης (Maniak, 1997)

3.5.4 Συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα

Η ενεργός βροχόπτωση που εκτιμάται με τη μέθοδο SCS-CN αντιπροσωπεύει την χωρικά ομοιόμορφη επιφανειακή απορροή που παράγεται σε όλη την έκταση της υπολεκάνης. Η απορροή αυτή διοδεύεται μέσω του υδρογραφικού δικτύου καθώς και μέσω άλλων διαδρομών (π.χ. υπεδάφια, ως υποδερμική

ροή) έως τον κόμβο εξόδου της. Ο χωροχρονικός μετασχηματισμός της απορροής σε πλημμυρική παροχή στην έξοδο της λεκάνης γίνεται με εφαρμογή της θεωρίας του μοναδιαίου υδρογραφήματος.

Με τον όρο μοναδιαίο υδρογράφημα (unit hydrograph), διάρκειας βροχής d νοείται το καθαρό πλημμυρογράφημα μιας λεκάνης που παράγεται από μια ενεργό βροχόπτωση μοναδιαίου ύψους $H_o = 1cm$ και έντασης $i = H_o/d$ ομοιόμορφα κατανεμημένης στο χώρο και το χρόνο.

Στην πράξη, το μοναδιαίο υδρογράφημα (ΜΥ) περιγράφει έναν χρονικό μετασχηματισμό της ενεργού βροχόπτωσης σε άμεση (επιφανειακή) απορροή, και αποτελεί σταθερό χαρακτηριστικό της λεκάνης. Συνεπώς, για κάθε διάρκεια ενεργού βροχής d αντιστοιχεί ένα και μόνο ΜΥ.

Η μέθοδος του ΜΥ διατυπώθηκε από τον Sherman (1932), με αφετηρία τη θεωρία γραμμικών συστημάτων και διέπεται από δύο θεμελιώδεις αρχές:

1. **Αρχή της αναλογίας:** Δύο ενεργές βροχοπτώσεις ίδιας διάρκειας, διαφορετικού ύψους και σταθερής χρονικά και χωρικά έντασης, παράγουν υδρογραφήματα με την ίδια χρονική βάση, όπου σε κάθε χρονική στιγμή ο λόγος των παροχών τους είναι ίσος με τον λόγο των υψών τους (ή, ισοδύναμα, των εντάσεων).
2. **Αρχή της επαλληλίας:** Το συνολικό υδρογράφημα που παράγεται από διαδοχικές βροχοπτώσεις είναι το υδρογράφημα με τεταγμένες (δηλαδή τιμές επιφανειακής παροχής) το άθροισμα των τεταγμένων των επιμέρους υδρογραφημάτων.

Οι αρχές της επαλληλίας και της αναλογίας αξιοποιούνται για τον υπολογισμό σύνθετων υδρογραφημάτων, που παράγονται από διαδοχικά επεισόδια ενεργού βροχής, διαφορετικής έντασης. Με την υπόθεση της ανεξαρτησίας των επεισοδίων βροχής, είναι δυνατή η σύνθεση οποιουδήποτε υδρογραφήματος, εφόσον είναι γνωστό το ενεργό υετογράφημα, δηλαδή το συνολικό υετογράφημα, μετά την αφαίρεση των υδρολογικών ελλειμμάτων.

Το ΜΥ μιας λεκάνης υπολογίζεται μέσω διαδικασιών βελτιστοποίησης όταν είναι γνωστό το ενεργό υετογράφημα και το αντίστοιχο πλημμυρογράφημα σε μία λεκάνη. Όταν δεν διατίθενται ταυτόχρονες μετρήσεις βροχής και απορροής το μοναδιαίο υδρογράφημα μιας λεκάνης εκτιμάται με εμπειρικές μεθόδους (συνθετικό ΜΥ).

Ως γνωστό, αν είναι γνωστή η χρονική εξέλιξη της ενεργού βροχόπτωσης h_t , σε διακριτό χρόνο, και το μοναδιαίο υδρογράφημα (ΜΥ) της λεκάνης για διάρκεια ίση με την χρονική διακριτότητα της ενεργού βροχόπτωσης Δt , τότε ο υπολογισμός του πλημμυρογραφήματος εξόδου γίνεται με εφαρμογή της αρχής της επαλληλίας. Ειδικότερα, από κάθε επιμέρους τμήμα της ενεργού βροχόπτωσης στο χρονικό διάστημα $[t, t + \Delta t]$ παράγεται το επιμέρους πλημμυρογράφημα, πολλαπλασιάζοντας το ύψος βροχής h_t με τις τεταγμένες του ΜΥ. Αν D είναι η συνολική διάρκεια της βροχόπτωσης σχεδιασμού, τότε παράγονται $N = D/\Delta t$ υδρογραφήματα, που αθροίζονται χρονικά ώστε να προκύψει το συνολικό πλημμυρογράφημα στην έξοδο της υπολεκάνης.

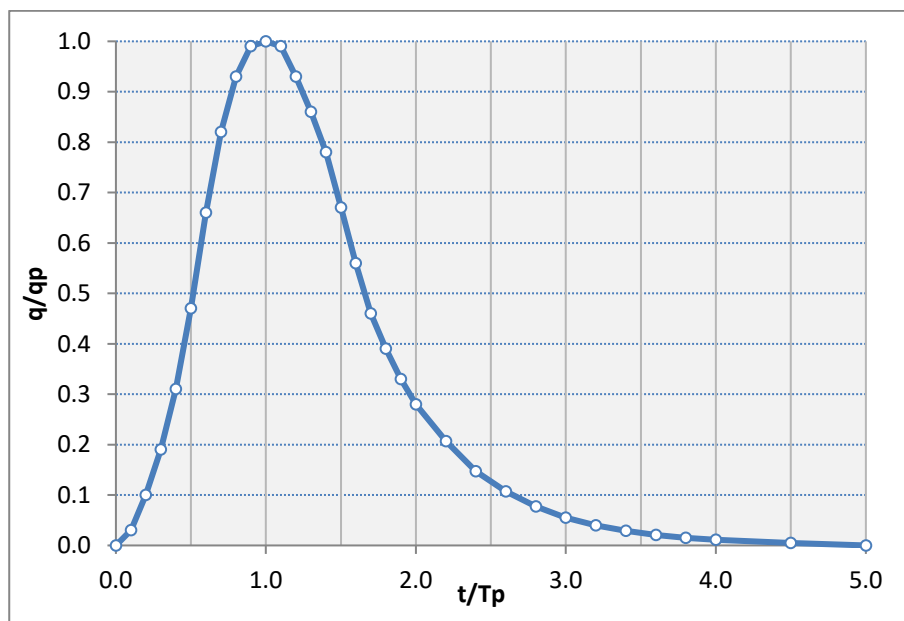
Το ΜΥ μιας δεδομένης διάρκειας βροχής αποτελεί χαρακτηριστικό μέγεθος κάθε υπολεκάνης, για την εκτίμηση του εφαρμόζεται, σύμφωνα με τις προδιαγραφές, το «λείο» συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα (ΣΜΥ) της Soil Conservation Service (SCS), που είναι γνωστό ως Standard PRF 484. Οι

τεταγμένες του ΜΥ δίνονται σε αδιαστατοποιημένη μορφή (χρόνος t προς χρόνο ανόδου t_p , παροχή Q προς παροχή αιχμής Q_p), με βάση τον Πίνακα 3.10.

Πίνακας 3.10: Υπολογισμός τετμημένων λείου μοναδιαίου υδρογραφήματος της SCS.

Χρόνος, t / t_p	Παροχή Q / Q_p	Χρόνος, t / t_p	Παροχή Q / Q_p	Χρόνος, t / t_p	Παροχή Q / Q_p
0.0	0.000	0.9	0.970	2.0	0.320
0.1	0.015	1.0	1.000	2.2	0.240
0.2	0.075	1.1	0.980	2.4	0.180
0.3	0.160	1.2	0.920	2.6	0.130
0.4	0.280	1.3	0.840	2.8	0.098
0.5	0.430	1.4	0.750	3.5	0.036
0.6	0.600	1.5	0.650	4.0	0.018
0.7	0.770	1.6	0.570	4.5	0.009
0.8	0.890	1.8	0.430	5.0	0.004

Η γραφική απεικόνιση του αδιαστατοποιημένου ΣΜΥ, το οποίο θεωρείται κατάλληλο για μικρής κλίμακας λεκάνες, απεικονίζεται στο Σχήμα 3.22.



Σχήμα 3.22 : Αδιαστατοποιημένο ΣΜΥ κατά SCS.

Χαρακτηριστικό μέγεθος του ΜΥ είναι ο χρόνος υστέρησης t_L , που ορίζεται ως η απόσταση του κέντρου βάρους του ΜΥ, διάρκειας D , από το κέντρο βάρους της βροχόπτωσης, που αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή $t=D/2$. Ο χρόνος υστέρησης μπορεί να εκτιμηθεί συναρτήσει του χρόνου συγκέντρωσης t_c . Σύμφωνα με την SCS, ο χρόνος υστέρησης αιχμής μπορεί να εκτιμάται από τη σχέση:

$$t_L = 0.6t_c \quad (3.34)$$

Όπου

t_L : Χρόνος υστέρησης αιχμής (lag time)

t_c : Χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης

Με την υπόθεση ότι το κέντρο βάρους του ΜΥ ταυτίζεται χρονικά με την αιχμή, ο χρόνος ανόδου t_p εκτιμάται ως συνάρτηση της διάρκειας βροχής D και του χρόνου συγκέντρωσης t_c , μέσω της σχέσης:

$$T_p = t_L + \frac{t_R}{2} \quad (3.35)$$

Όπου

T_p : Χρόνος ανόδου (time of peak)

t_R : Διάρκεια του περισσεύματος βροχής. Είναι ο χρόνος για τον οποίο υπολογίζεται το μοναδιαίο υδρογράφημα. Αποτελεί το χρονικό βήμα των υπολογισμών.

t_L : Χρόνος υστέρησης αιχμής (lag time). Ο χρόνος μεταξύ του κ.β. του υετογραφήματος και της αιχμής του πλημμυρογραφήματος

Το ΜΥ έχει χρόνο βάσης $t_b = 5t_p$, ενώ η παροχή αιχμής του δίνεται από τη σχέση:

$$q_p = C \frac{A}{T_p} \quad (3.36)$$

Όπου

q_p : Παροχή αιχμής (m^3/sec)

C : Συντελεστής ίσος με 2.08 για το SI

A : Έκταση λεκάνης απορροής (km^2)

T_p : Χρόνος ανόδου. Ο χρόνος από την έναρξη της βροχής μέχρι την εμφάνιση της αιχμής του πλημμυρογραφήματος (h)

Η παραπάνω σχέση προκύπτει από την εξίσωση συνέχειας, δεδομένου ότι ο όγκος του ΜΥ πρέπει να είναι ίσος με τον όγκο της αντίστοιχης μοναδιαίας βροχόπτωσης, δηλαδή $V_0 = h_0 A$, με $h_0 = 10 \text{ mm}$.

Με βάση τα παραπάνω, αν είναι γνωστός ο χρόνος συγκέντρωσης t_c της υπολεκάνης, υπολογίζεται ο χρόνος ανόδου t_p και η παροχή αιχμής, οπότε προσδιορίζεται πλήρως το συνθετικό ΜΥ της υπολεκάνης, με βάση τον Πίνακα 3.10. Στη μελέτη, η κατάρτιση του συνθετικού ΜΥ γίνεται στο περιβάλλον του HEC-HMS, δίνοντας ως μοναδική είσοδο τον χρόνο υστέρησης t_L .

Στη μελέτη, για κάθε υδρολογικό σενάριο διαμορφώνεται διαφορετικό ΣΜΥ, αφού η τιμή του χρόνου συγκέντρωσης κάθε υπολεκάνης (και συνεπώς όλων των χρονικών παραμέτρων της υδρολογικής προσομοίωσης) διαφοροποιείται τόσο συναρτήσει των υδρολογικών συνθηκών (ευμενείς, μέσες, δυσμενείς) όσο και συναρτήσει της περιόδου επαναφοράς.

3.5.5 Βασική απορροή

Στην πλημμυρική παροχή που προκύπτει από επαλληλία της ενεργού βροχόπτωσης για την συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς και του μοναδιαίου υδρογραφήματος προστίθενται (σε ποταμούς με συνεχή ροή) οι λοιπές συνιστώσες της απορροής (κατά κανόνα η βασική ροή ή και η απορροή από τήξη χιονιού), ώστε να εξαχθεί το τελικό υδρογράφημα σχεδιασμού.

Για την εκτίμηση της βασικής ροής, μια εύλογη παραδοχή είναι ότι η τελευταία αντιστοιχεί στη μέση υπερετήσια παροχή του ποταμού στη συγκεκριμένη θέση. Εναλλακτικά, και για λόγους ασφαλείας, μπορεί να θεωρηθεί η μέση παροχή του υγρότερου μήνα. (Ευστρατιάδης, Κουτσογιάννης, Μαμάσης, Δημητριάδης, & Μαχαίρας, ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ - Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού - πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων: Βιβλιογραφική επισκόπηση υδρολογίας πλημμυρών και συναφών εργαλείων, 2012).

Απαιτούνται επομένως χρονοσειρές υδρομετρήσεων ή εναλλακτικά σταθμημετρήσεων με γνωστές σχέσεις στάθμης - παροχής. Η πραγματικότητα είναι ότι τα στοιχεία υδρομετρήσεων είναι σπάνια, η αξιοπιστία τους είναι ελεγχόμενη και το εύρος των παρατηρήσεων συνήθως καλύπτει λίγα έτη. Περισσότερα δεδομένα υπάρχουν από μετρήσεις στάθμης, όμως και αυτά είναι δύσκολο να αξιοποιηθούν διότι δεν διατίθενται σχέσεις στάθμης-παροχής, οι θέσεις των οργάνων αλλάζουν στο πέρασμα του χρόνου, η κοίτη μεταβάλλεται κλπ.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι είναι δύσκολο να υπάρχει αξιόπιστη εκτίμηση της βασικής ροής. Το πρόβλημα αυτό δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικό για 2 λόγους. Αφ' ενός στα περισσότερα υδάτινα σώματα που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη η ροή είναι έντονα εποχική και κατά κύριο λόγο χειμαρρική. Μόνο σε λίγες περιπτώσεις μεγάλων ποταμών παρατηρείται συνεχής ροή ύδατος καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αφ' ετέρου κατά τη διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων η βασική ροή αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό της συνολικής παροχής, που γίνεται πιο αμελητέο όσο αυξάνει η περίοδος επαναφοράς (Ευστρατιάδης, Κουτσογιάννης, Μαμάσης, Δημητριάδης, & Μαχαίρας, ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ - Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού - πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων: Βιβλιογραφική επισκόπηση υδρολογίας πλημμυρών και συναφών εργαλείων, 2012).

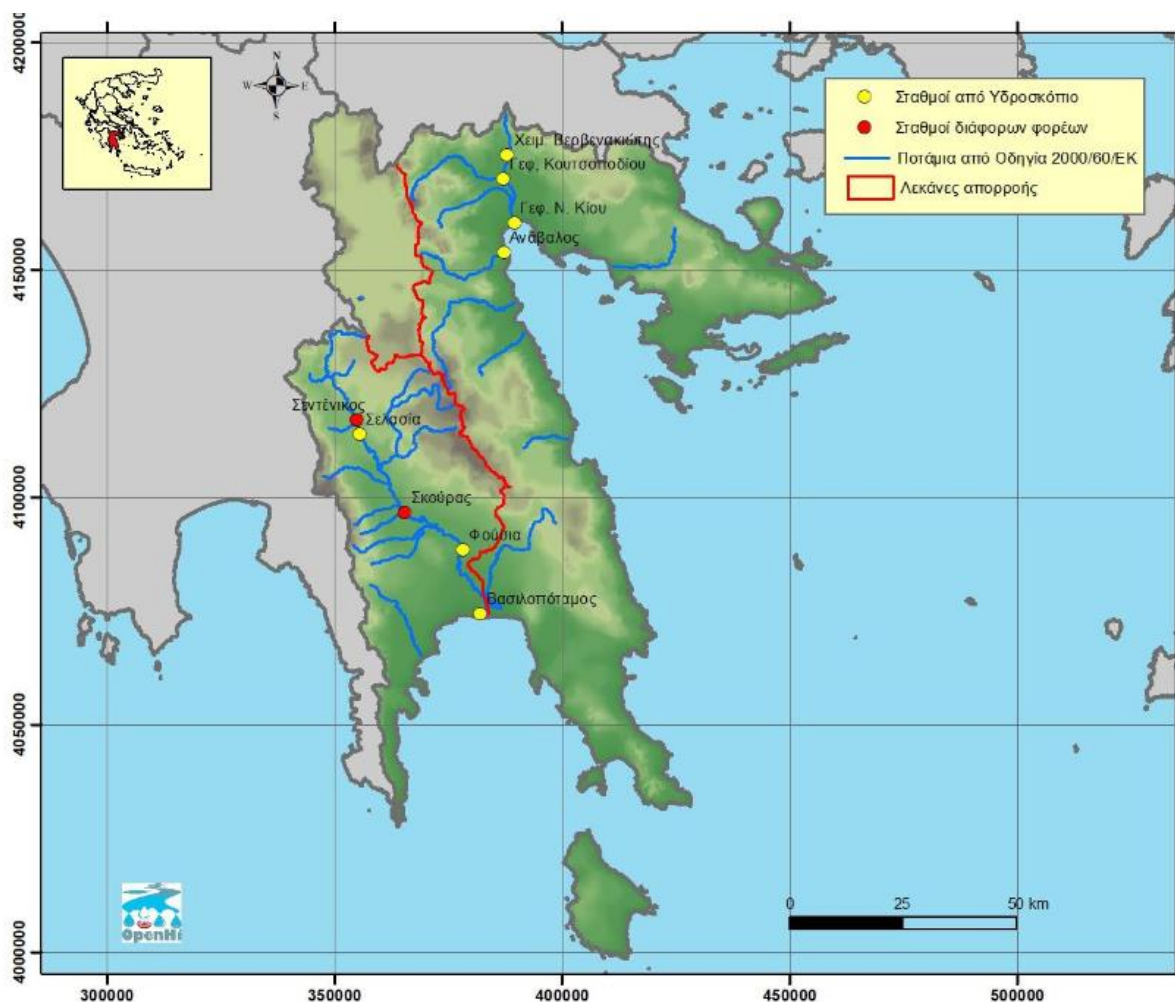
Για τη βασική ροή ποταμών με συνεχή ροή αναζητήθηκαν διαθέσιμα στοιχεία υδρομετρήσεων ώστε να υπάρχει η πληρέστερη δυνατή εκτίμηση της βασικής ροής. Αναζητήθηκαν στοιχεία από την ΕΤΥΜΠ, από το δίκτυο «Δευκαλίων», από τον τομέα υδρολογίας της ΔΕΗ καθώς και από το Παραδοτέο 3.1 της 2^{ης} Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) με τίτλο: «Συγκέντρωση Δεδομένων & Συμπλήρωση χρονοσειρών» το οποίο συγκεντρώνει το σύνολο της υδρομετρικής πληροφορίας των τελευταίων 40 ετών για το συγκεκριμένο Υδατικό Διαμέρισμα. Από όλες τις παραπάνω πηγές συγκεντρώθηκαν τα κάτωθι υδρομετρικά δεδομένα.

Η υδρομετρική πληροφορία του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου, όπως καταγράφηκε στο πλαίσιο της μελέτης «Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων» (ΥΠΑΝ, 2006), είναι πολύ φτωχή, καθώς περιλαμβάνει μόλις 9 σταθμούς. Οι οκτώ εξ αυτών

ανήκαν στο ΥΠΓΕ, και ένας στη ΔΕΗ (Σελασία, Ευρώτας). Σε κανέναν εξ αυτών δεν διατίθενται αξιόπιστα υδρομετρικά δεδομένα, που να επιτρέπουν την κατάρτιση χρονοσειρών παροχής.

Πρόσφατα, έγινε αξιολόγηση της υδρομετρικής πληροφορίας σε επίπεδο χώρας, στο πλαίσιο μιας ευρείας ερευνητικής προσπάθειας με σκοπό την ανάπτυξη ενός σύγχρονου υδρομετρικού δικτύου εθνικής κλίμακας (Μαμάσης κ.ά., 2019). Η ανάλυση που αφορά στο Υδατικό Διαμέρισμα της Ανατολικής Πελοποννήσου 7 κατέγραψε επτά θέσεις στη ΛΑΠ Ευρώτα, τέσσερις στη ΛΑΠ Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου, καθώς και έναν σταθμό στη λίμνη Τάκα, ο οποίος δεν αξιολογήθηκε (Σχήμα 3.23). Η έκθεση για το υπόψη ΥΔ είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση:

https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1977/9/documents/OpenHi_Report2_annexEL03.pdf. Στη μελέτη αυτή, εκτός από την αξιολόγηση των υφιστάμενων σταθμών και δεδομένων τους, προτείνονται στρατηγικές θέσεις ικανής υδραυλικής καταλληλότητας για την εγκατάσταση νέων υδρομετρικών σταθμών, που θα εξασφαλίζει μια ολοκληρωμένη εποπτεία του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής.

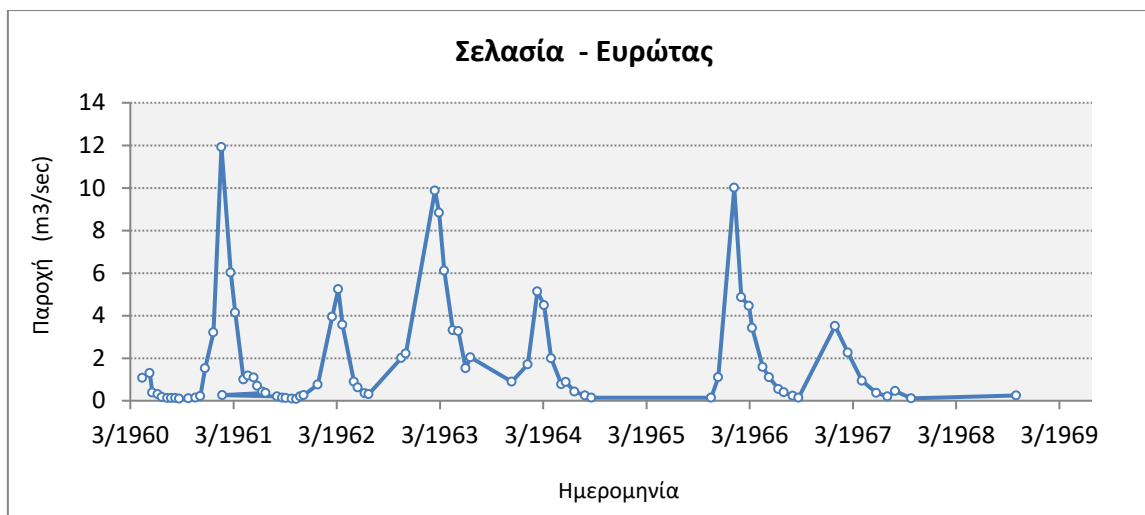


Σχήμα 3.23: Κύριοι υδρομετρικοί σταθμοί ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου, που αξιολογήθηκαν στο πλαίσιο της ερευνητικής έκθεσης των Μαμάση κ.ά. (2019).

Πίνακας 3.11 : Υδρομετρικοί σταθμοί από τους οποίους συλλέχθηκαν δεδομένα

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΡΕΜΑ/ΠΟΤΑΜΟΣ	ΦΟΡΕΑΣ	ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ
ΣΕΛΑΣΙΑ - ΕΥΡΩΤΑΣ	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	ΔΕΗ	1960-1969

Οι παραπάνω μετρήσεις είναι ημερήσιες ή μηνιαίες παροχές. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα υδρομετρικά δεδομένα που ελήφθησαν.



Σχήμα 3.24: Παροχή στη θέση «Σελασία» (Ευρώτας Π.) (πηγή ΔΕΗ ΑΕ)

Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα υδρομετρικά δεδομένα που βρέθηκαν καλύπτουν ιδιαίτερα μικρό μέρος των θέσεων ενδιαφέροντος. Σε κάθε περίπτωση επιβεβαιώθηκε το γεγονός ότι η βασική ροή αποτελεί αμελητέο ποσοστό της πλημμυρικής παροχής. Συνεπώς κατά την υδρολογική προσομοίωση η βασική απορροή θεωρήθηκε μηδενική και η ανάλυση έγινε μόνο για τα πλημμυρικά επεισόδια.

3.5.6 Παραγωγή τελικών υδρογραφημάτων σχεδιασμού

Για κάθε υπολεκάνη διαμορφώνονται τα δεδομένα εισόδου των υδρολογικών σεναρίων, δηλαδή:

- παράγονται τα υετογραφήματα σχεδιασμού για τις τρεις περιόδους επαναφοράς των ομβρίων καμπυλών, με βάση την κεντρική τιμή της βροχόπτωσης διάρκειας D
- εκτιμάται η μέγιστη δυνητική κατακράτηση για τις τρεις καταστάσεις αρχικής υγρασίας του εδάφους, συναρτήσει των CN_I , CN_{II} και CN_{III} , αντίστοιχα, καθώς και τα αρχικά ελλείμματα ως ποσοστό 20% αυτής
- παράγονται τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα της SCS, που εκτιμώνται με βάση τον τροποποιημένο, με βάση την κρίσιμη ένταση βροχής, χρόνο συγκέντρωσης της υπολεκάνης
- εκτιμάται η βασική απορροή συναρτήσει της περιόδου επαναφοράς, πολλαπλασιάζοντας τις αντίστοιχες τιμές ειδικής παροχής επί την έκταση της υπολεκάνης όπου κρίνεται απαραίτητο

Η παραγωγή των υδρογραφημάτων σχεδιασμού των υπολεκανών γίνεται στο περιβάλλον του HEC-HMS, και περιλαμβάνει τρεις συνιστώσες:

- τον διαχωρισμό των υδρολογικών ελλειμμάτων από το συνολικό υετογράφημα, με τη μέθοδο SCS-CN, ώστε να προκύψει η επιφανειακή απορροή κάθε υπολεκάνης.
- τον μετασχηματισμό της επιφανειακής απορροής σε πλημμυρογράφημα σε έξοδο της υπολεκάνης, με εφαρμογή της θεωρίας του μοναδιαίου υδρογραφήματος.
- την προσθήκη της βασικής ροής της υπολεκάνης (όπου κρίνεται απαραίτητο).

Τα υδρογραφήματα σχεδιασμού καταλήγουν στον κόμβο εξόδου της υπολεκάνης. Προφανώς, αν σε κάποιον κόμβο συμβάλλουν περισσότερες υπολεκάνες, τότε τα υδρογραφήματά τους αθροίζονται. Στη συνέχεια, επιλύεται το πρόβλημα διόδευσης των απορροών των υπολεκάνων στο υδρογραφικό δίκτυο, που στην παρούσα μελέτη αντιμετωπίζεται με απλουστευμένες υδρολογικές προσεγγίσεις.

3.6 Υδρολογική διόδευση πλημμυρογραφήματος γεγονότος βροχής δεδομένης περιόδου επαναφοράς

3.6.1 Γενικά

Είναι γνωστό ότι εφόσον κατά μήκος ενός υδατορέματος δεν πραγματοποιούνται πλευρικές εισροές, ένα υδρογράφημα (πλημμυρικό κύμα) που εισάγεται ανάντη θα εμφανιστεί στα κατάντη με χρονική υστέρηση, μειωμένη αιχμή και αυξημένη χρονική διασπορά. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως *διόδευση* (routing), ενώ το σχετικό πρόβλημα, δηλαδή η μαθηματική αναπαράσταση της χωρικής και χρονικής εξέλιξης της στάθμης και παροχής του υδατορέματος, περιγράφεται από τις διαφορικές εξισώσεις μονοδιάστατης μη μόνιμης ροής βαθμιαίας μεταβολής σε αγωγούς με ελεύθερη επιφάνεια.

Η απλούστερη και πλέον εύχρηστη κατηγορία αριθμητικών τεχνικών είναι οι υδρολογικές μέθοδοι, οι οποίες δεν αντιμετωπίζουν την πλήρη χωροχρονική εξέλιξη του φαινομένου αλλά ελέγχουν την στάθμη και την παροχή σε δύο σημεία, ανάντη και κατάντη (είσοδος και έξοδος υδατορέματος). Το ενδιαμέσο τμήμα του αγωγού θεωρείται ως κλειστό υδρολογικό σύστημα, όπου η εξίσωση ποσότητας κίνησης αντικαθίσταται από μια συνάρτηση απόκρισης κλειστού τύπου ή από μια εννοιολογική σχέση (Κουτσογιάννης, 2011). Ειδικότερα, αντί της εξίσωσης ορμής εφαρμόζεται μια σχέση έκφρασης του αποθηκευμένου όγκου συναρτήσει άλλων μεταβλητών που υπεισέρχονται στην εξίσωση συνέχειας:

$$S(t) = \varphi[I(t), O(t)] \quad (3.37)$$

Όπου:

$I(t)$: η εισροή στην ανάντη διατομή και

$O(t)$: η εκροή στην κατάντη διατομή.

Στη μελέτη, για τη διόδευση των πλημμυρικών παροχών σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου (υδατόρεμα) επιλέγεται η μέθοδος *Muskingum*, που ανήκει στην κατηγορία των μεθόδων διάχυσης κύματος και δημιουργεί ένα εξομαλυμένο και χρονικά μετατοπισμένο υδρογράφημα εξόδου.

3.6.2 Μέθοδος Muskingum

Στη μέθοδο *Muskingum*, η εξίσωση συνέχειας διατυπώνεται ως εξίσωση διαφορών:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = I(t) - O(t) \quad (3.38)$$

Όπου

$S(t)$: ο όγκος νερού που είναι αποθηκευμένος μεταξύ της ανάντη και κατάντη διατομής

$I(t)$: το γνωστό υδρογράφημα εισροής (σε όρους παροχής) και

$O(t)$: το ζητούμενο υδρογράφημα εκροής (όλες οι διεργασίες αναφέρονται σε συνεχή χρόνο)

Η αριθμητική προσέγγιση της παραπάνω σχέσης στο χρονικό διάστημα $\Delta t = [t, t - 1]$ γράφεται, μέσω ενός απλού σχήματος οπίσθιων διαφορών, ως εξής:

$$\frac{S_t - S_{t-1}}{\Delta t} = \frac{(I_t + I_{t-1})}{2} - \frac{O_t + O_{t-1}}{2} \quad (3.39)$$

Μεταφέροντας τα άγνωστα μεγέθη S_t, O_t στο αριστερό μέλος λαμβάνεται η σχέση:

$$\frac{S_t}{\Delta t} + \frac{O_t}{2} = \frac{S_{t-1}}{\Delta t} + \frac{(I_t + I_{t-1})}{2} - \frac{O_{t-1}}{2} \quad (3.40)$$

Για την επίλυση απαιτείται ο προσδιορισμός μιας ακόμη σχέσης που συνδέει την εκροή $O(t)$ με την αποθήκευση $S(t)$. Η μέθοδος Muskingum χρησιμοποιεί την εμπειρική γραμμική σχέση:

$$S(t) = K [\theta I(t) + (1 - \theta)O(t)] \quad (3.41)$$

όπου θ αδιάστατη παράμετρος (συντελεστής βάρους) και K χρονική παράμετρος, η οποία εκφράζει το μέσο χρόνο διαδρομής από την είσοδο μέχρι την έξοδο του υδατορέματος (ακριβέστερα, την χρονική απόσταση μεταξύ των κέντρων βάρους των υδρογραφημάτων εισροής και εκροής). Η παραπάνω εμπειρική σχέση περιλαμβάνει δύο συνιστώσες αποθήκευσης, την *πρισματική* (prism storage) και τη *σφηνοειδή* (wedge storage). Η πρισματική συνιστώσα, $K O(t)$, εκφράζει τον όγκο που αποθηκεύεται μεταξύ των διατομών σε συνθήκες ομοιόμορφης ροής, στις οποίες το βάθος ροής είναι σταθερό, ενώ η σφηνοειδής αποθήκευση, $K \theta [I(t) - O(t)]$, σχετίζεται με τη μεταβολή της στάθμης κατά μήκος του αγωγού. Σύμφωνα με την παραπάνω υπόθεση, στα αρχικά στάδια της χρονικής εξέλιξης του φαινομένου η στάθμη μειώνεται από τα ανάντη προς τα κατάντη, καθώς αποθηκεύεται νερό στο ποτάμι λόγω ανάσχεσης της πλημμύρας, ενώ στη συνέχεια η στάθμη αυξάνει από τα ανάντη προς τα κατάντη, καθώς ο αποθηκευμένος όγκος απορρέει με υστέρηση.

Συνδυάζοντας τις (3.12) και (3.13) προκύπτει η ακόλουθη αναδρομική εξίσωση:

$$S(t) = K [\theta I(t) + (1 - \theta)O(t)] \quad (3.42)$$

όπου c_0, c_1, c_2 συντελεστές βάρους που εκτιμώνται από τις σχέσεις:

$$c_0 = \frac{-2K\theta + \Delta t}{2K(1 - \theta) + \Delta t} \quad (3.43)$$

$$c_1 = \frac{2K\theta + \Delta t}{2K(1 - \theta) + \Delta t} \quad (3.44)$$

$$c_2 = \frac{2K(1 - \theta) - \Delta t}{2K(1 - \theta) + \Delta t} \quad (3.45)$$

Οι συντελεστές βάρους ικανοποιούν την προφανή σχέση $c_0 + c_1 + c_2 = 1$. Με δεδομένο το υδρογράφημα εισόδου, και συνεπώς γνωστές την τρέχουσα και προηγούμενη τιμή της εισροής I_t και I_{t-1} , αντίστοιχα, και με γνωστή την εκροή του προηγούμενου βήματος O_{t-1} , είναι δυνατός ο βήμα προς βήμα υπολογισμός της επίκαιρης εκροής O_t .

Για την εφαρμογή της αναδρομικής σχέσης απαιτείται ο προσδιορισμός των μεγεθών K , θ και Δt . Το υπολογιστικό βήμα Δt ταυτίζεται με το χρονικό βήμα της προσομοίωσης, που εξαρτάται από τον χρόνο συγκέντρωσης της μικρότερης υπολεκάνης (στη μελέτη κατά κανόνα θεωρείται χρονικό βήμα 15 min). Η παράμετροι K και θ εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του υδατορέματος (διατομή, μήκος, κλίση, συντελεστής απωλειών). Γενικά, για δεδομένο μήκος L , όσο μειώνεται η κλίση ο χρόνος K αυξάνει, ενώ, αντίθετα, η τιμή της παραμέτρου θ μειώνεται. Η παράμετρος θ τείνει να γίνει μηδενική για υδατορεύματα εξαιρετικά ήπιας κλίσης και με πλευρική υπερχείλιση, οπότε η ροή προσομοιάζει τη λειτουργία γραμμικού ταμιευτήρα. Αντίθετα, για σχετικά απότομες κλίσεις και καλά διαμορφωμένες διατομές, η παράμετρος θ προσεγγίζει την θεωρητικά μέγιστη τιμή 0.50.

Στις υδρολογικές αναλύσεις, για τα υδατορέματα για τα οποία επιλέγεται η εφαρμογή της μεθόδου Muskingum, λαμβάνεται $\theta = 0.20$, που είναι η τυπική βιβλιογραφική τιμή για φυσικούς αγωγούς. Όσον αφορά στη χρονική παράμετρο K , δεδομένου ότι αυτή εκφράζει έναν μέσο χρόνο διαδρομής από την είσοδο μέχρι την έξοδο του υδατορέματος, εκτιμάται με βάση τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης και τις κλίσεις των υδατορεμάτων. Κατά συνέπεια, για μήκος διαδρομής L , ισχύει $K = L/V$. Η τιμή αυτή λαμβάνεται για τα πλημμυρικά επεισόδια περιόδου επαναφοράς 50 ετών. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η αύξηση της ταχύτητας ροής, και συνακόλουθα η μείωση του χρόνου ροής λόγω της αυξημένης παροχής για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς, η τιμή της παραμέτρου K μειώνεται, με αναφορά στον χρόνο συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης απορροής.

Θεωρητικά, το χρονικό βήμα θα πρέπει να επιλέγεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι εκτιμώμενες εκροές είναι μη αρνητικές. Στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει $K = \Delta t$, που σημαίνει ότι το υπολογιστικό βήμα ταυτίζεται με το μέσο χρόνο διαδρομής του κύματος στο υδατόρεμα. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε για την αποφυγή αρνητικών παροχών, το υπολογιστικό βήμα Δt θα πρέπει να κυμαίνεται στο διάστημα (Hjelmfelt, 1985):

$$2K\theta \leq \Delta t \leq 2K(1 - \theta) \quad (3.46)$$

Πρακτικά, για να υπάρχει ακρίβεια στους υπολογισμούς, το χρονικό βήμα θα πρέπει να λαμβάνεται μεταξύ των τιμών $K/3$ και $K/4$ (Κουτσογιάννης, 2011). Στην υλοποίηση της διαδικασίας διόδευσης, με δεδομένο ότι το χρονικό βήμα Δt είναι δεδομένα, η αριθμητική ευστάθεια εξασφαλίζεται με χωρική διακριτοποίηση κάθε κλάδου μήκους L σε N επιμέρους τμήματα (υπο-κλάδους) μήκους, $\Delta L = L/N$, έτσι ώστε ο χρόνος διαδρομής στα εν λόγω τμήματα να ικανοποιεί της συνθήκες ευστάθειας. Το (ακέραιο) πλήθος των υπο-κλάδων του υδατορέματος προκύπτει από τη σχέση:

$$N = \text{Round}(K/\Delta t) \quad (3.47)$$

Έχοντας προσδιορίσει το πλήθος N , η αναδρομική σχέση εφαρμόζεται διαδοχικά στους υπο-κλάδους, θεωρώντας κοινό χρόνο διαδρομής $K' = K/N$ και υπολογίζοντας τους συντελεστές βάρους c_0 , c_1 και c_2 συναρτήσει των K' , θ και Δt . Στη συνέχεια, με γνωστό το υδρογράφημα εισροής του πρώτου υπο-κλάδου, παράγεται το υδρογράφημα εκροής, το οποίο ταυτίζεται με το υδρογράφημα εισροής του δεύτερου υπο-κλάδου. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι την έξοδο του τελευταίου υπο-κλάδου, όπου παράγεται το υδρογράφημα εκροής του κατάντη κόμβου του υπόψη υδατορέματος. Τονίζεται ότι μεταξύ των υποκλάδων δεν πραγματοποιούνται εισροές ή εκροές νερού. Οι υδρολογικές αυτές διεργασίες αναφέρονται αποκλειστικά στους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου και όχι στους ενδιάμεσους (υπολογιστικούς) κόμβους του αριθμητικού σχήματος επίλυσης.

Τέλος, όσον αφορά στις αρχικές συνθήκες, σε όλους τους κλάδους θεωρείται μια ελάχιστη τιμή ροής, η οποία διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, ώστε να εξασφαλίζεται η συνθήκη μη μηδενικής παροχής. Η τιμή αυτή προκύπτει αθροίζοντας τη βασική απορροή που παράγεται από όλες τις υπολεκάνες ανάντη κάθε υδατορέματος.

3.6.3 Υπολογισμός παραμέτρων διόδευσης κατά Muskingum

Σε κάθε υδατόρεμα απαιτείται η εκτίμηση της χρονικής παραμέτρου K , που εκφράζει, απλουστευτικά, έναν μέσο χρόνο ροής μεταξύ του ανάντη και κατάντη κόμβου. Η εκτίμηση του χρόνου ροής στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης βασίζεται σε μια ψευδο-υδραυλική προσέγγιση (Ευστρατιάδης κ.α., 2016) ενώ βελτιώθηκε περαιτέρω σε επόμενες ερευνητικές εργασίες (Michailidi et al, 2018 Risva et al., 2020).

Ο χρόνος ροής σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης απορροής εκτιμάται με εφαρμογή της ακόλουθης ημιεμπειρικής μεθοδολογίας:

Έστω λεκάνη απορροής, με γνωστό χρόνο συγκέντρωσης t_c . Σύμφωνα με τον ορισμό του t_c , πρόκειται για τον χρόνο που απαιτείται για να μεταφερθεί η απορροή από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης μέχρι τον κόμβο εξόδου. Η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει τη ροή κατά μήκος του κύριου υδατορέματος της λεκάνης και τη ροή στην κύρια μισγάγκεια της υπολεκάνης που αποστραγγίζεται στον πλέον ανάντη κόμβο. Κατά κανόνα, το κύριο υδατόρεμα της συνολικής λεκάνης ακολουθεί τη μέγιστη διαδρομή κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, ενώ αν στον ανάντη κόμβο συμβάλλουν περισσότερες υπολεκάνες, τότε θεωρείται αυτή με το μέγιστο χρόνο συγκέντρωσης t_A . Επισημαίνεται ότι στο υδρολογικό μοντέλο, οι ανάντη μισγάγκειες δεν απεικονίζονται ως κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, καθώς οι απορροές των ανάντη υπολεκανών διοδεύονται απευθείας στους αντίστοιχους κόμβους εξόδου.

Έχοντας καθορίσει την μέγιστη διαδρομή στη λεκάνη, είναι προφανές ότι ο χρόνος που απαιτείται για τη μεταφορά της απορροής από τον πλέον ανάντη κόμβο του κύριου υδατορέματος μέχρι τον κόμβο εξόδου είναι $t_R = t_c - t_A$, όπου t_c και t_A οι χρόνοι συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης απορροής και την πλέον ανάντη υπολεκάνης της, αντίστοιχα. Οι χρόνοι αυτοί εκτιμώνται από τη σχέση Giandotti (που θεωρείται αντιπροσωπευτική για μικρές περιόδους επαναφοράς, ενδεικτικά 5 έτη), ενώ απομειώνονται με βάση τη σχέση αναγωγής που παρουσιάστηκε ανωτέρω για μεγάλες περιόδους επαναφοράς.

Έστω ότι το κύριο υδατόρεμα λεκάνης περιλαμβάνει m κλάδους, για κάθε έναν από τους οποίους είναι γνωστά το μήκος L_i και η μέση κλίση J_i , που εκτιμάται από τη σχέση

$$J = \frac{z_u - z_d}{L} \quad (3.48)$$

Όπου

z_u : υψόμετρο στα ανάντη

z_d : υψόμετρο στα κατόντη

L : το μήκος του υδατορέματος

Θεωρούμε ότι η μέση ταχύτητα ροής κατά μήκος κάθε κλάδου δίνεται από μια σχέση της μορφής:

$$V_i = \beta \sqrt{J_i} \quad (3.49)$$

όπου β παράμετρος που θεωρείται κοινή για όλους τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στην πραγματικότητα, η παράμετρος αυτή είναι χωρικά μεταβλητή, καθώς εξαρτάται από την τραχύτητα, το βάθος ροής και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής (βλ. σχέση Manning).

Ωστόσο, στην απλουστευμένη προσέγγιση που γίνεται θεωρείται ότι το βασικό μέγεθος που επιδρά στην ταχύτητα ροής είναι η κλίση του υδατορέματος. Κατά συνέπεια, ο χρόνος ροής κατά μήκος του κλάδου είναι:

$$t_i = \frac{L_i}{V_i} = \frac{L_i}{\beta \sqrt{J_i}} \quad (3.50)$$

Αφού ο συνολικός χρόνος ροής είναι $t_R = t_c - t_A$, τότε από τη σχέση:

$$t_R = \sum_{i=1}^m t_i \quad (3.51)$$

προκύπτει:

$$\beta = \frac{1}{t_c - t_A} \sum_{i=1}^m \frac{L_i}{\sqrt{J_i}} \quad (3.52)$$

Τα δεδομένα για τον υπολογισμό λαμβάνονται ως:

- t_c είναι ο χρόνος συρροής ολόκληρης της λεκάνης που περιέχει το υδατόρεμα.
- t_A είναι ο χρόνος συρροής της υπολεκάνης που βρίσκεται ανάντη από τον ανώτατο κλάδο του υδατορέματος
- L_i , J_i είναι το μήκος και η κλίση του κάθε κλάδου του υδατορέματος, η κλίση μπορεί να υπολογιστεί με χρήση των υψομέτρων εξόδου των υπολεκανών για το ΔΗ.

Το β είναι κοινός συντελεστής του υδατορέματος ο οποίος πολλές φορές στην βιβλιογραφία αναφέρεται και ως συντελεστής K .

Σημειώνεται ότι ο συντελεστής K του λογισμικού υδρολογικής προσομοίωσης HEC-HMS είναι ο χρόνος που υπολογίζεται από την ταχύτητα ο οποίος συνήθως στην βιβλιογραφία είναι γραμμένος ως t .

Με γνωστή πλέον την παράμετρο β , μπορούν να εκτιμηθούν, προσεγγιστικά, η μέση ταχύτητα ροής σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου και ο αντίστοιχος χρόνος ροής, που εξισώνεται με τη χρονική παράμετρο του μοντέλου διόδευσης, δηλαδή $K_i = t_i$. Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει την εσωτερική συνέπεια του μοντέλου, καθώς το άθροισμα των χρόνων ροής κατά μήκος του κυρίου υδατορέματος είναι συνεπές με τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, παρατηρήθηκαν σημαντικά μεγάλες τιμές του β , που αιτιολογούνται από την μη ρεαλιστική εκτίμηση των χρόνων συγκέντρωσης. Από διερευνήσεις που έγιναν εντοπίστηκε ότι σε λεκάνες με έντονη ανομοιομορφία αναγλύφου (π.χ. πεδινές λεκάνες, που σε ένα περιορισμένο ανάντη τμήμα τους αναπτύσσονται μεγάλα υψόμετρα), το μέσο υψόμετρο δεν αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείκτη για την εκτίμηση της διαφοράς Δz , η οποία εισάγεται στη σχέση του Giandotti. Στις περιπτώσεις αυτές, αντί του μέσου υψόμετρου χρησιμοποιήθηκε η διάμεσος τιμή, με συνέπεια την αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης και, συνακόλουθα τη μείωση της παραμέτρου β , άρα και των ταχυτήτων ροής στα υδατορέματα.

Τονίζεται ότι όλες οι παραπάνω παραδοχές που αφορούν στη διόδευση των υδρογραφημάτων, που στην παρούσα μελέτη υλοποιείται με απλουστευμένες υδρολογικές τεχνικές, αναθεωρούνται στη συνέχεια, καθώς οι διεργασίες της διόδευσης αναπαρίστανται με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια στα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης. Βεβαίως, τα μοντέλα αυτά επικεντρώνονται μόνο στις ζώνες δυνητικού πλημμυρικού κινδύνου, οπότε οι διοδεύσεις των υδρογραφημάτων στο υδρογραφικό δίκτυο ανάντη των ΖΔΥΚΠ εξακολουθούν να βασίζονται στις υδρολογικές προσεγγίσεις.

Η εκτίμηση του χρόνου ροής στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης βασίζεται σε μια βελτιώθηκε περαιτέρω σε επόμενες ερευνητικές εργασίες (Michailidi et al, 2018 Risva et al., 2020) σε σχέση με αυτή που παρουσιάστηκε ανωτέρω. Στη νέα αυτή προσέγγιση αυτή θεωρείται η σχέση ομοιόμορφης ροής του Manning, ήτοι:

$$V_i = \frac{1}{n_i} R_i^{2/3} J_i^{1/2} \quad (3.53)$$

Όπου

V_i : η ταχύτητα ροής στον κλάδο i

R_i : η υδραυλική ακτίνα

J_i : η υδραυλική κλίση (Η υδραυλική κλίση στην ομοιόμορφη ροή ταυτίζεται με τη μέση κλίση του πυθμένα.)

Από τα παραπάνω μεγέθη, η τραχύτητα μπορεί να εκτιμηθεί μακροσκοπικά, με βάση την κατάσταση της κοίτης και της διατομής (ύπαρξη φερτών και άλλων εμποδίων, βλάστηση κλπ), ενώ η κλίση εκτιμάται προσεγγιστικά από τον τύπο:

$$J = \frac{z_u - z_d}{L} \quad (3.54)$$

Όπου

Z_u : υψόμετρο στα ανάντη

Z_d : υψόμετρο στα κατόντη

L : το μήκος του υδατορέματος

Αντίθετα, η υδραυλική ακτίνα απαιτεί υδραυλικούς υπολογισμούς, καθώς εξαρτάται από τη γεωμετρία της διατομής και το βάθος ροής, που είναι συνάρτηση της παροχής.

Οι υπολογισμοί απλουστεύονται δραστικά αν ο όρος της υδραυλικής ακτίνας θεωρηθεί ως ένα χαρακτηριστικό μέγεθος (παράμετρος) του υδρογραφικού δικτύου, ήτοι:

$$c = R_i^{2/3} \quad (3.55)$$

Αν είναι γνωστή η τιμή του c , τότε ο χρόνος ροής στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$t_i = \frac{L_i}{V_i} = \frac{n_i L_i}{c J_i^{1/2}} \quad (3.56)$$

Όπου L_i το μήκος του κλάδου i . Η παράμετρος c εκτιμάται με εφαρμογή της ακόλουθης ημιεμπειρικής μεθοδολογίας:

Έστω λεκάνη απορροής, με γνωστό χρόνο συγκέντρωσης t_c . Σύμφωνα με τον ορισμό του t_c , πρόκειται για τον χρόνο που απαιτείται για να μεταφερθεί η απορροή από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης μέχρι τον κόμβο εξόδου. Η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει τη ροή κατά μήκος του κύριου υδατορέματος της λεκάνης και τη ροή στην κύρια μισγάγκεια της υπολεκάνης που αποστραγγίζεται στον πλέον ανάντη κόμβο. Κατά κανόνα, το κύριο υδατόρεμα της συνολικής λεκάνης ακολουθεί τη μέγιστη διαδρομή κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, ενώ αν στον ανάντη κόμβο συμβάλλουν περισσότερες υπολεκάνες, θεωρείται αυτή με το μέγιστο χρόνο συγκέντρωσης, t_u . Επισημαίνεται ότι στο υδρολογικό μοντέλο, οι ανάντη μισγάγκειες δεν απεικονίζονται ως κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, καθώς οι απορροές των ανάντη υπολεκανών διοδεύονται απευθείας στους κόμβους εξόδου. Έχοντας καθορίσει την μέγιστη διαδρομή στη λεκάνη, είναι προφανές ότι ο χρόνος που απαιτείται για τη μεταφορά της απορροής από τον πλέον ανάντη κόμβο του κύριου υδατορέματος μέχρι τον κόμβο εξόδου είναι:

$$t_r = t_c - t_u \quad (3.57)$$

όπου t_c και t_u οι χρόνοι συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης απορροής και την πλέον ανάντη υπολεκάνης της, αντίστοιχα. Υπενθυμίζεται ότι οι χρόνοι αυτοί εκτιμώνται με βάση μια διαδικασία που θεωρείται αντιπροσωπευτική για μικρές περιόδους επαναφοράς, συγκεκριμένα έως 5 έτη, ενώ μειώνονται με βάση τη σχέση αναγωγής για μεγάλες περιόδους επαναφοράς.

Έστω ότι το κύριο υδατόρεμα λεκάνης περιλαμβάνει N κλάδους, για κάθε έναν από τους οποίους είναι γνωστά το μήκος L_i , η τραχύτητα n_i , και η μέση κλίση J_i . Ο συνολικός χρόνος ροής, t_r , είναι ίσος με το άθροισμα των επιμέρους χρόνων, ήτοι:

$$t_r = t_1 + t_2 + \dots + t_N \quad (3.58)$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$t_r = \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + \dots + \frac{L_N}{V_N} \quad (3.59)$$

$$t_r = \frac{1}{c} \left(\frac{n_1 L_1}{J_1^{1/2}} + \frac{n_2 L_2}{J_2^{1/2}} + \dots + \frac{n_N L_N}{J_N^{1/2}} \right) \quad (3.60)$$

και

Συνδυάζοντας τις δυο παραπάνω σχέσεις προκύπτει ο παρακάτω τύπος:

$$c = \frac{1}{t_c - t_u} \left(\frac{n_1 L_1}{J_1^{1/2}} + \frac{n_2 L_2}{J_2^{1/2}} + \dots + \frac{n_N L_N}{J_N^{1/2}} \right) \quad (3.61)$$

Συνεπώς, η παράμετρος της υδραυλικής ακτίνας είναι αντιστρόφως ανάλογη της χρονικής διαφοράς $t_c - t_u$, που μειώνεται όσο αυξάνει η περίοδος επαναφοράς, και του όρου στην παρένθεση, που εξαρτάται από τα γεωμετρικά (μήκος, κλίση) και υδραυλικά (τραχύτητα) χαρακτηριστικά των κλάδων κατά μήκος της κύριας διαδρομής.

Με γνωστή πλέον την παράμετρο c , μπορούν να εκτιμηθούν η μέση ταχύτητα ροής σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου και ο αντίστοιχος χρόνος ροής, που εξισώνεται με τη χρονική παράμετρο του μοντέλου διόδευσης, K . Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει την εσωτερική συνέπεια του μοντέλου, καθώς το άθροισμα των χρόνων ροής κατά μήκος του κυρίου υδατορέματος είναι συνεπές με τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης.

3.6.4 Διόδευση πλημμυρών μέσω ταμιευτήρα

Στην παρούσα μελέτη, στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03), δεν εντοπίζονται φράγματα, οι ταμιευτήρες των οποίων να είναι σε λειτουργία ώστε να κρίνεται σκόπιμο να εισαχθούν στο αντίστοιχο υδρολογικό μοντέλο.

4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

4.1 Γενικά

Για την κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (flood hazard maps) στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών (ΖΔΥΚΠ), όπως προβλέπεται στα άρθρα 5 και 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, απαιτείται η παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφημάτων στις εισόδους των ΖΔΥΚΠ και σε επιλεγμένες ενδιάμεσες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης.

Για κάθε σχηματοποιημένη λεκάνη/υπολεκάνη απορροής, διαμορφώνεται το υδρολογικό μοντέλο πλημμυρών, με το οποίο παράγονται τα πλημμυρογραφήματα στις διάφορες θέσεις ενδιαφέροντος κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, που καταλήγει σε έναν τελικό κόμβο εξόδου στη θάλασσα. Στην περίπτωση κλειστών λεκανών που δεν υπάρχει φυσική αποστράγγιση, το σύνολο των υπολεκανών εκατέρωθεν απορρέουν εντός της κλειστής αυτής λεκάνης.

Η σχηματοποίηση των μηχανισμών γέννησης και μεταφοράς της πλημμυρικής απορροής βασίζεται σε μια *ημικατανεμημένη* (semi-distributed) διακριτοποίηση της λεκάνης απορροής. Συγκεκριμένα, η λεκάνη χωρίζεται σε υπολεκάνες, για κάθε μία από τις οποίες εφαρμόζεται η τυπική προσέγγιση *πλημμυρικού επεισοδίου* (event-based), που βασίζεται στη μέθοδο SCS-CN, για τον μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε επιφανειακή απορροή, σε συνδυασμό με τη θεωρία μοναδιαίου υδρογραφήματος, για τη διόδευση της απορροής έως την έξοδο κάθε λεκάνης.

Στη συνέχεια, με εφαρμογή απλουστευμένων υδρολογικών προσεγγίσεων, τα πλημμυρογραφήματα όλων των υπολεκανών διοδεύονται μέχρι την έξοδο της λεκάνης, μέσω του υδρογραφικού δικτύου. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται η σύνθεση των πλημμυρογραφημάτων στους κόμβους του δικτύου, που αποτελεί το τελικό ζητούμενο της μελέτης. Σε επόμενο στάδιο της μελέτης, επαναλαμβάνεται η προσομοίωση της διόδευσης των πλημμυρικών ροών κατά μήκος συγκεκριμένων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου (συγκεκριμένα, των κλάδων που διατρέχουν τις ΖΔΥΚΠ), εφαρμόζοντας υδραυλικές προσεγγίσεις. Οι τελευταίες περιγράφουν τις διεργασίες διόδευσης μέσω αναλυτικών υδραυλικών εξισώσεων της ροής, λαμβάνοντας υπόψη τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της κύριας κοίτης των υδατορεμάτων και της του πλημμυρικού πεδίου εκατέρωθεν αυτής.

Η υπολογιστική διαδικασία υλοποιείται στο λογισμικό HEC-HMS, ενώ η παραγωγή των χωρικών και υδρολογικών δεδομένων εισόδου γίνεται, σε περιβάλλον ΣΓΠ και συγκεκριμένα στο ArcGIS.

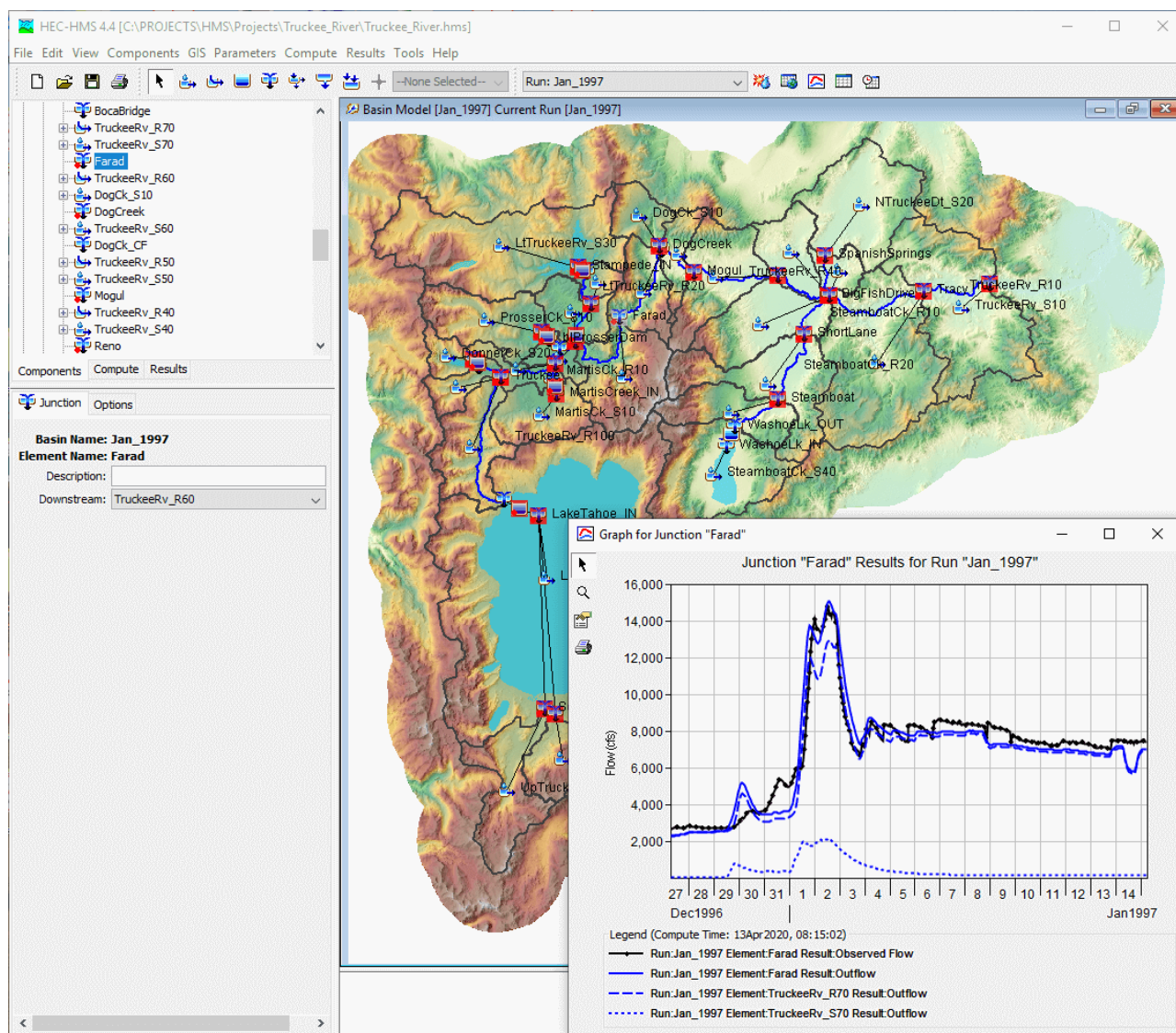
4.2 Λογισμικό υδρολογικής προσομοίωσης

Για τον υπολογισμό όλων των σεναρίων της υδρολογικής προσομοίωσης χρησιμοποιείται η τελευταία έκδοση (Ιούλιος 2023) του λογισμικού πακέτου HEC HMS (Hydrologic Modelling System). Το λογισμικό αναπτύχθηκε από το Κέντρο Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center) του σώματος μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (U.S. Army Corps of Engineers).

Με το HEC HMS μπορούν να περιγραφούν αναλυτικά όλες οι διαδικασίες που αφορούν στη βροχόπτωση και στο μετασχηματισμό της σε απορροή σε λεκάνες δενδριτικού τύπου.

Στο λογισμικό έχουν ενσωματωθεί μια σειρά από μεθόδους που μπορούν να προσομοιώσουν τη λειτουργία της λεκάνης απορροής. Με τις μεθόδους αυτές μπορούν να περιγραφούν η βροχόπτωση, οι απώλειες της βροχής, η άμεση απορροή, η βασική απορροή και ο μετασχηματισμός του περισσέυματος βροχής σε απορροή.

Η μεθοδολογία της SCS για τον υπολογισμό της ενεργού βροχόπτωσης, το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα της SCS καθώς και ο υπολογισμός του πλημμυρογραφήματος με τη μέθοδο του μοναδιαίου υδρογραφήματος είναι ενσωματωμένες στο λογισμικό.



Σχήμα 4.1: Περιβάλλον λογισμικού υδρολογικής ανάλυσης HEC-HMS

Το λογισμικό αποτελείται από 3 επιμέρους ενότητες.

1. **Μοντέλο λεκάνης (Basin Model).** Εισάγεται η μορφή του συστήματος που εξετάζεται και επιλέγονται οι βασικές παράμετροι. Το σύστημα μπορεί να αναφέρεται σε μεμονωμένη λεκάνη απορροής, λεκάνη απορροής επιμερισμένη σε υπολεκάνες, σύστημα λεκανών, ταμειυτήρες κ.α. Οι βασικές παράμετροι έχουν να κάνουν με

- τη μέθοδο των απωλειών (ενεργός βροχόπτωση)
- το μετασχηματισμό βροχής σε απορροή
- τη βασική ροή
- τη μέθοδο υδρολογικής διόδευσης.

Στο λογισμικό υπάρχουν διαθέσιμες πολλές μεθοδολογίες για τις παραπάνω διαδικασίες. όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιείται η μέθοδος της SCS για τις απώλειες, η μέθοδος του συνθετικού ΜΥ της SCS για το μετασχηματισμό βροχής σε απορροή, ποσοτικοποιείται η βασική ροή (σε ποτάμια συνεχούς ροής) όπου υπάρχουν αξιόπιστα σε πλήθος και ποιότητα δεδομένα, ενώ γίνεται υδρολογική διόδευση μέσω της μεθόδου Muskingum.

2. **Υετογράφημα σχεδιασμού (Meteorologic Model).** Εισάγεται το υετογράφημα σχεδιασμού και ορίζονται οι απαραίτητες παράμετροι (πιθανότητα υπέρβασης επιλεγμένη περίοδος επαναφοράς, συνολική διάρκεια βροχής σχεδιασμού, χρονική διάρκεια επιμέρους τμήματος βροχόπτωσης που λαμβάνεται σταθερό)

Το πρόγραμμα μπορεί να κατασκευάσει το υετογράφημα σύμφωνα με την μέθοδο των alternate blocks, αν περιγραφεί η όμβρια καμπύλη και επιλεγεί η θέση της αιχμής (εν προκειμένω στο μέσο της διάρκειας).

Η μέθοδος της δυσμενέστερης διάταξης δεν υποστηρίζεται υπολογιστικά από το πρόγραμμα. Για το λόγο αυτό ο υπολογισμός των τμηματικών υψών βροχής και η αναδιάταξη τους σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφηκε στην παρ. 3.3.3 γίνεται εκτός προγράμματος και το υετογράφημα εισάγεται στη συνέχεια στο λογισμικό HEC-HMS.

3. **Μοντέλο Ελέγχου (Control Model).** Το μοντέλο ελέγχου αναφέρεται στο χρονικό διάστημα προσομοίωσης και στο χρονικό βήμα των υπολογισμών. Ορίζεται η χρονική διάρκεια των υπολογισμών με εισαγωγή ημερομηνίας και ώρας έναρξης και λήξης καθώς και το χρονικό βήμα με ελάχιστο βήμα υπολογισμών το 1 min. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε συνολική διάρκεια προσομοίωσης 5 ημέρες ώστε στις περιπτώσεις μεγάλων λεκανών, οι απορροές να προλαβαίνουν να φθάνουν στην εκβολή και βήμα υπολογισμών 5 λεπτά.

4.3 Υδρολογικά σενάρια

Στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών δίνονται οι απαιτήσεις των διαφόρων σεναρίων που πρέπει να εξεταστούν. Για όλες τις λεκάνες και για περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 ετών απαιτείται να παραχθούν τα μέσα **υδρογραφήματα** χρησιμοποιώντας τις καλύτερες δυνατές εκτιμήσεις των σχετικών παραμέτρων (όμβρια καμπύλη, CN_{II} , χρόνος συγκέντρωσης) και λαμβάνοντας υπ' όψιν τις επικρατούσες συνθήκες όπως π.χ. πρόσφατες πυρκαγιές.

Πέραν όμως των μέσων υδρογραφημάτων, παράγονται και τα δυσμενή και ευμενή πλημμυρικά υδρογραφήματα που ορίζονται ως εξής:

- **Δυσμενές υδρογράφημα:** το υδρογράφημα που αντιστοιχεί σε υψηλές τιμές του αριθμού καμπύλης απορροή CN_{III}

- **Ευμενές υδρογράφημα:** το υδρογράφημα που αντιστοιχεί σε χαμηλές τιμές του αριθμού καμπύλης απορροή CN_i

Από τους συνδυασμούς των τριών υδρολογικών συνθηκών με τις τρεις περιόδους επαναφοράς προκύπτουν, τελικά, $3 \times 3 = 9$ σενάρια, για τα οποία παράγονται τα αντίστοιχα πλημμυρικά υδρογραφήματα σε κάθε θέση ενδιαφέροντος. Τα εννιά (9) μοντέλα λεκάνης απορροής (basin models) αντιστοιχούν σε μέσες, δυσμενείς και ευμενείς συνθήκες αντίστοιχα. Η παράμετρος που μεταβάλλεται είναι το CN .

A/A	Περιγραφή	Περίοδος επαναφοράς	Παράμετρος	Διάταξη	Εφαρμογή
1	Μέσες συνθήκες	50	CN_{II}	Alternate blocks	Όλες τις λεκάνες
2		100		Alternate blocks	
3		1000		Worst profile	
4	Ευμενείς συνθήκες	50	CN_i	Alternate blocks	Όλες τις λεκάνες
5		100		Alternate blocks	
6		1000		Worst profile	
7	Δυσμενείς συνθήκες	50	CN_{III}	Alternate blocks	Όλες τις λεκάνες
8		100		Alternate blocks	
9		1000		Worst profile	

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.4.62.3, σε κάθε λεκάνη και υπολεκάνη του μοντέλου έγινε υπολογισμός μορφολογικών παραμέτρων, παραμέτρων της όμβριας καμπύλης και υετογραφημάτων. Επιπλέον υπολογίστηκε το συνθετικό ΜΥ της SCS ώστε να παραχθούν τα απαραίτητα πλημμυρογραφήματα.

4.4 Δημιουργία μοντέλων

4.4.1 Σχηματοποίηση μοντέλων – Καθορισμός υπολεκανών και κόμβων ελέγχου

Η υδρολογική προσομοίωση αναφέρεται στην κλίμακα της λεκάνης και υπολεκάνης απορροής, εντός των ορίων της οποίας αναπτύσσονται μία ή περισσότερες ΖΔΥΚΠ. Κάθε λεκάνη αποτελεί αυτόνομη περιοχή μελέτης, για την οποία εξετάζονται διάφορα σενάρια πλημμυρών.

Οι διαδικασίες σχηματοποίησης του μοντέλου περιλαμβάνουν:

- τη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου
- τον ορισμό των σημείων ελέγχου πάνω στο δίκτυο (κόμβοι) και
- τη χάραξη των υπολεκανών ανάντη κάθε κόμβου.

Η σχηματοποίηση των υπολεκανών και των λεκανών απορροής περιγράφεται αναλυτικά στο Παραδοτέο Π02: «Ανάλυση Χαρακτηριστικών και Μηχανισμών Πλημμύρας» καθώς και στο Κεφάλαιο 2 της παρούσης.

Επιπρόσθετα τοποθετούνται οι *κόμβοι* (junctions) στις θέσεις τομής του υδρογραφικού δικτύου με το αρχικό, αδρομερές, επίπεδο λεκανών απορροής (ώστε να διατηρηθούν οι αρχικές θέσεις παραγωγής των υδρογραφημάτων, στις εξόδους των υπολεκανών), σε όλες τις συμβολές του νέου υδρογραφικού δικτύου και σε άλλες θέσεις που κρίνεται αναγκαίο. Τέτοιες μπορεί να είναι θέσεις υδρομετρικών

σταθμών, θέσεις φραγμάτων, θέσεις εγκαρσιών τεχνικών έργων (π.χ. γέφυρες) ή άλλες θέσεις που υποδεικνύονται για τις ανάγκες της υδραυλικής προσομοίωσης. Άλλες πιθανές θέσεις αφορούν σε περιοχές όπου αλλάζουν τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, που εκφράζονται μέσω της παραμέτρου CN.

Η διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων καλείται *κλάδος* ή *τμήμα υδατορέματος* ή απλούστερα *υδατόρεμα* (reach). Η τοπολογία του δικτύου ορίζεται πλήρως από τον ανάντη και κατάντη κόμβο κάθε υδατορέματος. Ανάντη κάθε κόμβου μπορούν να συμβάλλουν ένας ή περισσότεροι κλάδοι, ενώ κατάντη επιτρέπεται να ξεκινά ένας και μόνο κλάδος. Ακόμη, κάθε κλάδος διασχίζει μία και μόνο υπολεκάνη, η απορροή της οποίας μετασχηματίζεται σε υδρογράφημα εισόδου του κατάντη κόμβου. Με την υπόθεση αυτή, το υδατόρεμα που διασχίζει την υπολεκάνη θεωρείται «κλειστό», καθώς δεν μπορεί να δεχτεί πλευρικές εισροές από την υπολεκάνη. Κατά συνέπεια, οι κλάδοι των ανάντη υπολεκανών δεν θεωρούνται συνιστώσες του υδρογραφικού δικτύου, καθώς δεν συμμετέχουν στη διόδευση των πλημμυρικών ροών (για τον λόγο αυτό δεν προσμετρώνται στους κλάδους του τελικού δικτύου). Το τελικό υδρογραφικό δίκτυο, που στη γενική περίπτωση είναι δενδροειδούς τύπου, καταλήγει απαραίτητα στον έναν και μοναδικό *κόμβο εξόδου* της λεκάνης (outlet).

4.4.2 Επίπεδα χωρικής Πληροφορίας - Τοπολογία

Με την διαδικασία σχηματοποίησης, η οποία γίνεται για κάθε λεκάνη απορροής, διαμορφώνονται τα εξής τέσσερα επίπεδα χωρικής πληροφορίας του αντίστοιχου μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης:

- λεκάνη απορροής
- υπολεκάνες
- κόμβοι (junctions)
- υδατόρεματα (reaches)

Για τα παραπάνω επίπεδα υπολογίζονται (ή εκτιμώνται) τα γεωμετρικά και υδρολογικά μεγέθη, με βάση τα οποία εκτιμώνται (ή υπολογίζονται) τα δεδομένα εισόδου του μοντέλου HEC-HMS.

Η τοπολογία του υδρολογικού συστήματος ορίζεται πλήρως ως εξής:

- Η συνολική λεκάνη απορροής απορρέει στον έναν και μοναδικό τελικό κόμβο εξόδου.
- Από κάθε κόμβο του υδρογραφικού δικτύου ξεκινά ένα και μόνο υδατόρεμα (με εξαίρεση τον τελικό κόμβο εξόδου).
- Κάθε υδατόρεμα ορίζεται από έναν ανάντη και έναν κατάντη κόμβο.
- Κάθε υπολεκάνη αυτής, απορρέει σε έναν και μόνο κόμβο.
- Κάθε υπολεκάνη διατρέχεται από ένα και μόνο υδατόρεμα, με εξαίρεση τις ανάντη υπολεκάνες που δεν διατρέχονται από υδατόρεμα.

4.4.3 Χαρακτηριστικά γεωγραφικά και υδρολογικά μεγέθη

Λεκάνη απορροής

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη της λεκάνης απορροής, τα οποία παράγονται αυτόματα στο περιβάλλον του Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, είναι:

- √ έκταση

- ✓ μέσο υψόμετρο
- ✓ μέγιστο μήκος ροής

Ακόμη, από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της λεκάνης.

Με βάση τα παραπάνω μεγέθη εκτιμάται ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης, από την εμπειρική σχέση Giandotti. Όπως εξηγείται στην ενότητα 3.5.2, ο χρόνος συγκέντρωσης χρησιμοποιείται ενδεικτικά, για τον προσδιορισμό της διάρκειας των καταιγίδων σχεδιασμού, που είναι κοινή για όλες τις υπολεκάνες και αποτελεί βασικό χρονικό μέγεθος της προσομοίωσης. Ακόμη, χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του χρόνου ροής των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, που αποτελεί δεδομένο εισόδου του μοντέλου διόδευσης.

Επισημαίνεται ότι ως μέσο υψόμετρο θεωρείται, γενικά, η μέση τιμή των υψομέτρων όλων των κυττάρων του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Ωστόσο, σε λεκάνες με έντονα ανομοιομορφο ανάγλυφο (π.χ. μεγάλο ποσοστό πεδινών εκτάσεων, με απότομη αύξηση του υψομέτρου ανάντη), λαμβάνεται, κατά περίπτωση, η διάμεσος τιμή των υψομέτρων, που είναι πιο αντιπροσωπευτική. Μάλιστα, στις λεκάνες αυτές η διάμεσος είναι αρκετά μικρότερη της μέσης τιμής, που οδηγεί σε αυξημένες (και συνεπώς ρεαλιστικές, για πεδινή λεκάνη) τιμές του χρόνου συγκέντρωσης. Αντίθετα, λαμβάνοντας τη μέση τιμή του υψομέτρου, η οποία επηρεάζεται από το μικρό ορεινό τμήμα της λεκάνης, υποεκτιμάται η τιμή του χρόνου συγκέντρωσης.

Η άλλη χρονική παράμετρος του μοντέλου είναι η χρονική διακριτότητα των καταιγίδων σχεδιασμού, που ταυτίζεται με το χρονικό βήμα της προσομοίωσης. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 4.2, γενικά λαμβάνεται χρονικό βήμα 5 min.

Η έκταση της λεκάνης εισάγεται και στην εκτίμηση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (παρ. 3.3.2), που εφαρμόζεται στην αναγωγή των σημειακών υετογραφημάτων σχεδιασμού των υπολεκανών σε επιφανειακά.

Υπολεκάνες Απορροής

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκανών είναι η έκταση A , το μέσο υψόμετρο z_m , και το μήκος της μέγιστης διαδρομής νερού L_{max} , που μετράται από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της υπολεκάνης ως τον κόμβο εξόδου της (κατ' αντιστοιχία με τη συνολική λεκάνη απορροής). Τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται αυτόματα στο περιβάλλον του ΓΣΠ. Ακόμη, από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της υπολεκάνης.

Για κάθε υπολεκάνη, υπολογίζονται ακόμη, μέσω του ΓΣΠ, οι συντεταγμένες (x_k , y_k) του κέντρου βάρους της, που χρησιμοποιούνται μόνο για την οπτικοποίηση του μοντέλου του υδρογραφικού δικτύου στο περιβάλλον HEC-HMS.

Με βάση του αντίστοιχους χάρτες κατανεμημένης χωρικής πληροφορίας της περιοχής μελέτης, εκτιμώνται τα εξής μέσα μεγέθη, ολοκληρώνοντας στην έκταση κάθε υπολεκάνης:

- οι παράμετροι η , β και λ των όμβριων καμπυλών·
- η παράμετρος CN_{II} για συνθήκες υγρασίας τύπου II.

Υπενθυμίζεται ότι οι δύο παράμετροι της συνάρτησης διάρκειας της όμβριας καμπύλης, που επίσης αποτελούν δεδομένα εισόδου της υπολεκάνης, είναι σταθερές για όλη την περιοχή μελέτης και ίσες με

- η παράμετρος χρονικής κλίμακας κλιμακογράμματος $\alpha = 0.18$ h
- η παράμετρος σχήματος (δείκτη ουράς) $\xi = 0.18$

Τέλος, ορίζεται η (σταθερή) βασική απορροή της υπολεκάνης για ποτάμια που έχουν μόνιμη ροή, όπου υπάρχουν επαρκείς σε έτη και αξιοπιστία χρονοσειρές υδρομετρήσεων.

Για τη διαμόρφωση του μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης της υπολεκάνης στο περιβάλλον του HEC-HMS υπολογίζονται τα εξής μεγέθη:

- ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης κατά Giandotti
- οι παράμετροι CN_I και CN_{III} για συνθήκες υγρασίας τύπου I και III
- οι τιμές της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης, S , για τις τρεις συνθήκες υγρασίας
- οι τιμές του ύψους αρχικών ελλειμμάτων, h_{a0} , για τις τρεις συνθήκες υγρασίας, που στη μελέτη γενικά λαμβάνονται ίσες με το 20% της αντίστοιχης μέγιστης δυνητικής κατακράτησης·
- η ένταση βροχής για διάρκεια D και περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη, που εκτιμάται μέσω της όμβριας καμπύλης και αναφέρεται σε «μέσες» συνθήκες·
- η χαρακτηριστική ένταση βροχής για διάρκεια D και περίοδο επαναφοράς $T = 5$ έτη, μέσω της όμβριας καμπύλης, που χρησιμοποιείται στις αναγωγές του χρόνου συγκέντρωσης·
- οι ανηγμένοι χρόνοι συγκέντρωσης με βάση τον χρόνο συγκέντρωσης κατά Giandotti, την ένταση βροχής «αναφοράς» για $T = 5$ έτη, και τις εντάσεις βροχής που προκύπτουν συνδυάζοντας τις τρεις αρχικές συνθήκες υγρασίας και τις τρεις περιόδους επαναφοράς ($T = 50, 100$ και 1000 έτη)·
- οι χρόνοι υστέρησης, t_L , της υπολεκάνης, που εκτιμώνται ως το 60% των αντίστοιχων χρόνων συγκέντρωσης·
- οι χρόνοι ανόδου, t_p , των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων των εννέα υδρολογικών σεναρίων, που εκτιμώνται με βάση τον ανηγμένο χρόνο συγκέντρωσης του αντίστοιχου σεναρίου και τη διάρκεια βροχής
- οι χρόνοι βάσης, t_b , των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων, που λαμβάνονται ως το πενταπλάσιο των αντίστοιχων χρόνων ανόδου·
- οι παροχές αιχμής, Q_p , των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων των εννέα υδρολογικών σεναρίων, που εκτιμώνται με βάση τον χρόνο ανόδου του αντίστοιχου σεναρίου και την έκταση της υπολεκάνης

Τα μεγέθη A , Q_b , S , h_{a0} και t_L , καθώς και τα υετογραφήματα σχεδιασμού των εννέα υδρολογικών σεναρίων, τα οποία παράγονται, αποτελούν δεδομένα εισόδου του υδρολογικού μοντέλου που υλοποιεί το λογισμικό HEC-HMS.

Υδατορέματα

Το χαρακτηριστικό γεωμετρικό μέγεθος των υδατορεμάτων είναι το μήκος L , που υπολογίζεται αυτόματα στο περιβάλλον του ΓΣΠ.

Για κάθε υδατόρεμα, ορίζεται το μοντέλο διόδευσης και οι αντίστοιχες παράμετροι. Για την επιλογή του σχήματος διόδευσης χρησιμοποιείται, ως ενδεικτικό μέγεθος, η μέση κλίση του υδατορέματος, J . Από την τοπολογία του δικτύου είναι γνωστά τα υψόμετρα του ανάντη και κατόντη κόμβου και η μέση κλίση του υδατορέματος συνεπώς προκύπτει άμεσα η μέση κλίση.

Για την υδρολογική διόδευση χρησιμοποιείται η μέθοδος Muskingum, στην οποία υπολογίζεται η χρονική απόσταση K . Η παράμετρος αυτή εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από τους χρόνους συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης και της πλέον ανάντη υπολεκάνης, και κατά συνέπεια διαφοροποιείται για κάθε υδρολογικό σενάριο. Στους υπολογισμούς, υπεισέρχεται και η παράμετρος β που είναι κοινή για όλους τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Εφόσον εφαρμόζεται η μέθοδος Muskingum,

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

απαιτείται, ακόμη, ο προσδιορισμός της παραμέτρου θ , που σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται ίση με 0.20.

Τέλος, απαιτείται ο προσδιορισμός του πλήθους των στοιχείων διακριτοποίησης του υδατορέματος (υπο-κλάδοι), που γίνεται για λόγους αριθμητικής ευστάθειας συναρτήσει της παραμέτρου K . Σημειώνεται ότι σε υδατορέματα μικρούς μήκους και μεγάλης κλίσης, ο χρόνος ροής ενδέχεται να είναι αρκετά μικρότερος του χρονικού βήματος Δt . Στις περιπτώσεις αυτές, δεν πραγματοποιείται διόδευση (το υδρογράφημα μεταφέρεται ως έχει από τον ανάντη στον κατάντη κόμβο).

Κόμβοι

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κόμβων είναι οι συντεταγμένες (x, y) και το υψόμετρο z , που λαμβάνεται από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους της Κτηματολόγιο Α.Ε.

4.4.4 Μαθηματικό Ομοίωμα

Κάθε λεκάνη/υπολεκάνη του μαθηματικού ομοιώματος λαμβάνει έναν μοναδικό κωδικό που ο οποίος περιλαμβάνει τον κωδικό της λεκάνης απορροής στην οποία ανήκει και λαμβάνει αύξουσες τιμές από κατάντη προς ανάντη. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η συσχέτιση αυτού του κωδικού με το αντίστοιχο περιγραφικό πεδίο που υπάρχει στα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα.

Πίνακας 4.1 : Κωδικοί λεκανών/υπολεκανών μαθηματικού ομοιώματος Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03)

Κωδικός Υπολεκάνης (HBasinID_R1)	Κωδικός Λεκάνης (BasinID_FD)	Περιγραφή
EL0333FR00F1501	EL0333FR00F15	Λαγκάδια P.
EL0333FR00F1401	EL0333FR00F14	Βασιλοπόταμος P.
EL0331FR00F1301	EL0331FR00F13	Στραβόρεμα P.
EL0331FR00F1101	EL0331FR00F11	Λαγκάδα P.
EL0331FR001501	EL0331FR0015	Βρασιάτης P.
EL0331FR00F1001	EL0331FR00F10	Όρμος Άστρους1#
EL0331FR00F1601	EL0331FR00F16	Σκατιάς P.
EL0331FR00F801	EL0331FR00F8	Όρμος Άστρους2#
EL0331FR001901	EL0331FR0019	Τάνος Π.
EL0331FR00F601	EL0331FR00F6	Ερασίνος Π.
EL0331FR00F501	EL0331FR00F5	Ξεριάς P.
EL0331FR00F401	EL0331FR00F4	Μεγάλο P.
EL0331FR00F301	EL0331FR00F3	Άρια#
EL0331FR00F201	EL0331FR00F2	Δαφνόρρεμα
EL0331FR00F101	EL0331FR00F1	Ίρια#
EL0331FR00F701	EL0331FR00F7	Κουτουζαίικα#
EL0331FR00F901	EL0331FR00F9	Πλακούλα P.
EL0330FR00F1701	EL0330FR00F17	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού
EL0330FR00F1601	EL0330FR00F16	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης
EL0333FR00F4201	EL0333FR00F42	Δίχοβας P.
EL0331FR00F3801	EL0331FR00F38	Ασωπός B.2#
EL0331FR00F3701	EL0331FR00F37	Ασωπός B.1#
EL0331FR00F3901	EL0331FR00F39	Ποταμιά P.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Υπολεκάνης (HBasinID_R1)	Κωδικός Λεκάνης (BasinID_FD)	Περιγραφή
EL0333FR00F4001	EL0333FR00F40	Μαυροβούνιον#
EL0331FR00F2901	EL0331FR00F29	Βαθύ Ρ.
EL0331FR00F2201	EL0331FR00F22	Σαμπάριζας Ρ.
EL0331FR00F2001	EL0331FR00F20	Σωληνάριον#
EL0331FR00F3001	EL0331FR00F30	Όρμος Κοιλιάδος#
EL0331FR00F3101	EL0331FR00F31	Φούρνοι#
EL0331FR00F3201	EL0331FR00F32	Κλ. Λεκάνη Διδύμων
EL0331FR00F1901	EL0331FR00F19	Μετόχιον#
EL0331FR00F2101	EL0331FR00F21	Πηγάδια#
EL0331FR00F2301	EL0331FR00F23	Αγ. Αικατερίνη#
EL0331FR00F2401	EL0331FR00F24	Πλεπίου Ρ.
EL0331FR00F2801	EL0331FR00F28	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#
EL0331FR00F3601	EL0331FR00F36	Χειλόρρεμα
EL0331FR00F2601	EL0331FR00F26	Λ. Θερμησίας#
EL0331FR000201	EL0331FR0002	Ίναχος π. εκβολή
EL0331FR000202	EL0331FR0002	Κενο GR311478502
EL0331FR000203	EL0331FR0002	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με π. Ίναχο
EL0331FR000204	EL0331FR0002	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι
EL0331FR000205	EL0331FR0002	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι
EL0331FR000221	EL0331FR0002	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.
EL0331FR000231	EL0331FR0002	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006
EL0331FR000241	EL0331FR0002	Δερβένι Ρ.
EL0333FR000201	EL0333FR0002	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή
EL0333FR000202	EL0333FR0002	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001
EL0333FR000221	EL0333FR0002	Γερακάρη ρ.
EL0333FR000222	EL0333FR0002	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη
EL0333FR000223	EL0333FR0002	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002
EL0333FR000203	EL0333FR0002	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα
EL0333FR000231	EL0333FR0002	Οινούς Π.
EL0331FR000701	EL0331FR0007	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή
EL0331FR000702	EL0331FR0007	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001
EL0333FR000303	EL0333FR0003	Βαρδούνιας ρ.
EL0333FR000321	EL0333FR0003	Περιβολάκι ρ.
EL0333FR000311	EL0333FR0003	Παραδείσι ρ.
EL0333FR000302	EL0333FR0003	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04	Πλημμυρικά υδρογραφήματα Τεχνική Έκθεση
--------------	--

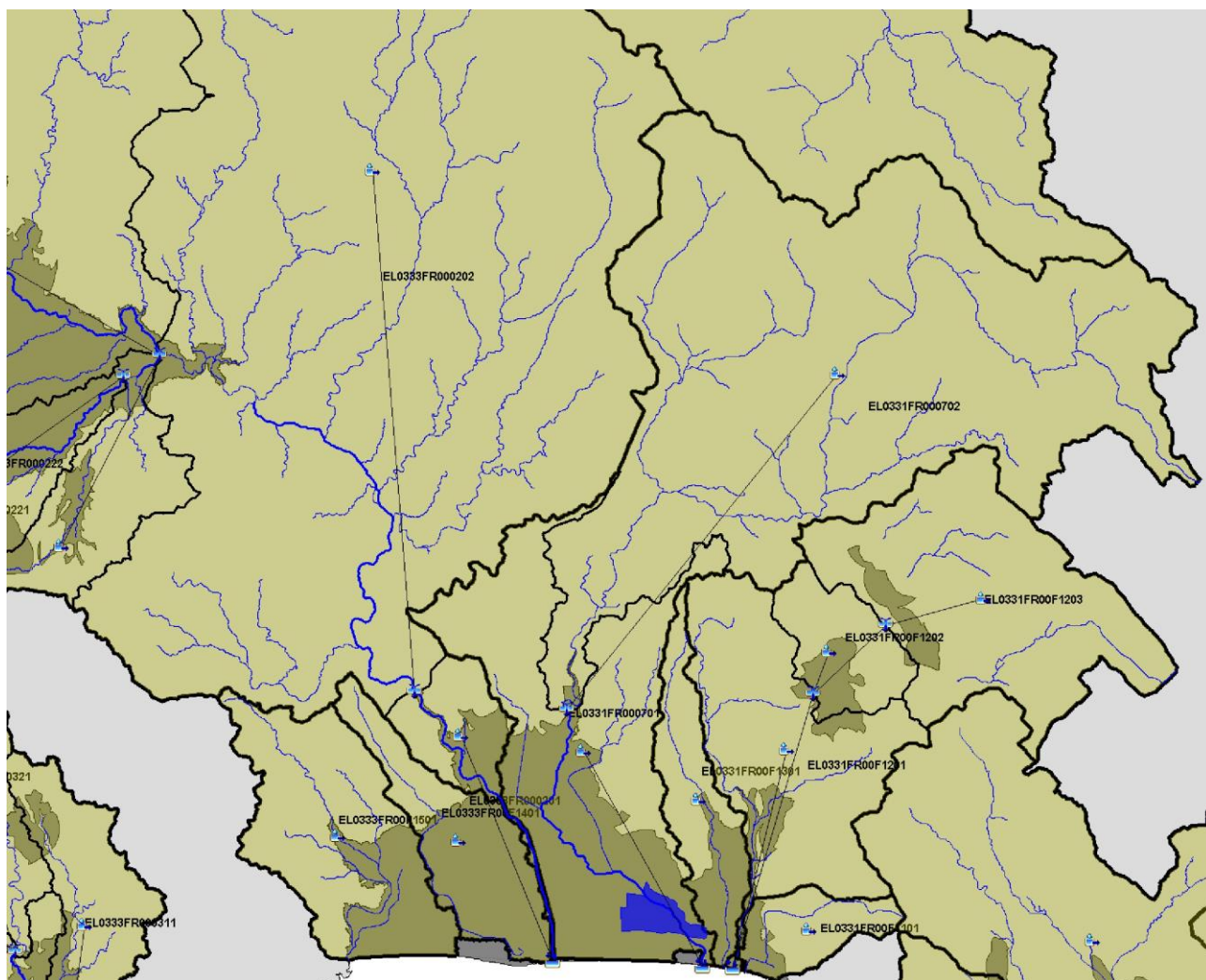
Κωδικός Υπολεκάνης (HBasinID_R1)	Κωδικός Λεκάνης (BasinID_FD)	Περιγραφή
EL0333FR000301	EL0333FR0003	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή
EL0331FR00F3311	EL0331FR00F33	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλον κλάδος από Άγ. Αντώνιο
EL0331FR00F3321	EL0331FR00F33	Αυλού Ρ.
EL0331FR00F3303	EL0331FR00F33	Κοδέλες Ρ.
EL0331FR00F3312	EL0331FR00F33	Κοκκινόβραχος Ρ.
EL0331FR00F3301	EL0331FR00F33	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή
EL0331FR00F3302	EL0331FR00F33	Λιοφάτες Ρ.
EL0333FR00F4102	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001
EL0333FR00F4101	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή
EL0331FR00F2511	EL0331FR00F25	Τουτούνη ρ.
EL0331FR00F2501	EL0331FR00F25	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή
EL0331FR00F2502	EL0331FR00F25	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη
EL0331FR00F2701	EL0331FR00F27	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 έως εκβολή
EL0331FR00F2702	EL0331FR00F27	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008
EL0331FR00F2711	EL0331FR00F27	Συμβάλλον κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον
EL0331FR00F3511	EL0331FR00F35	Δαιμονοστάσι Ρ.
EL0331FR00F3502	EL0331FR00F35	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι
EL0331FR00F3501	EL0331FR00F35	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή
EL0331FR00F1802	EL0331FR00F18	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα
EL0331FR00F1811	EL0331FR00F18	Μυλόρρεμα
EL0331FR00F1801	EL0331FR00F18	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή
EL0331FR001102	EL0331FR0011	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003
EL0331FR001101	EL0331FR0011	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003 έως εκβολή
EL0331FR002302	EL0331FR0023	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006
EL0331FR002301	EL0331FR0023	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως εκβολή
EL0331FR003303	EL0331FR0033	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004
EL0331FR003301	EL0331FR0033	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004 έως εκβολή
EL0331FR003302	EL0331FR0033	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004
EL0331FR00F3403	EL0331FR00F34	Μαργέρι ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)
EL0331FR00F3402	EL0331FR00F34	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου
EL0331FR00F3401	EL0331FR00F34	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

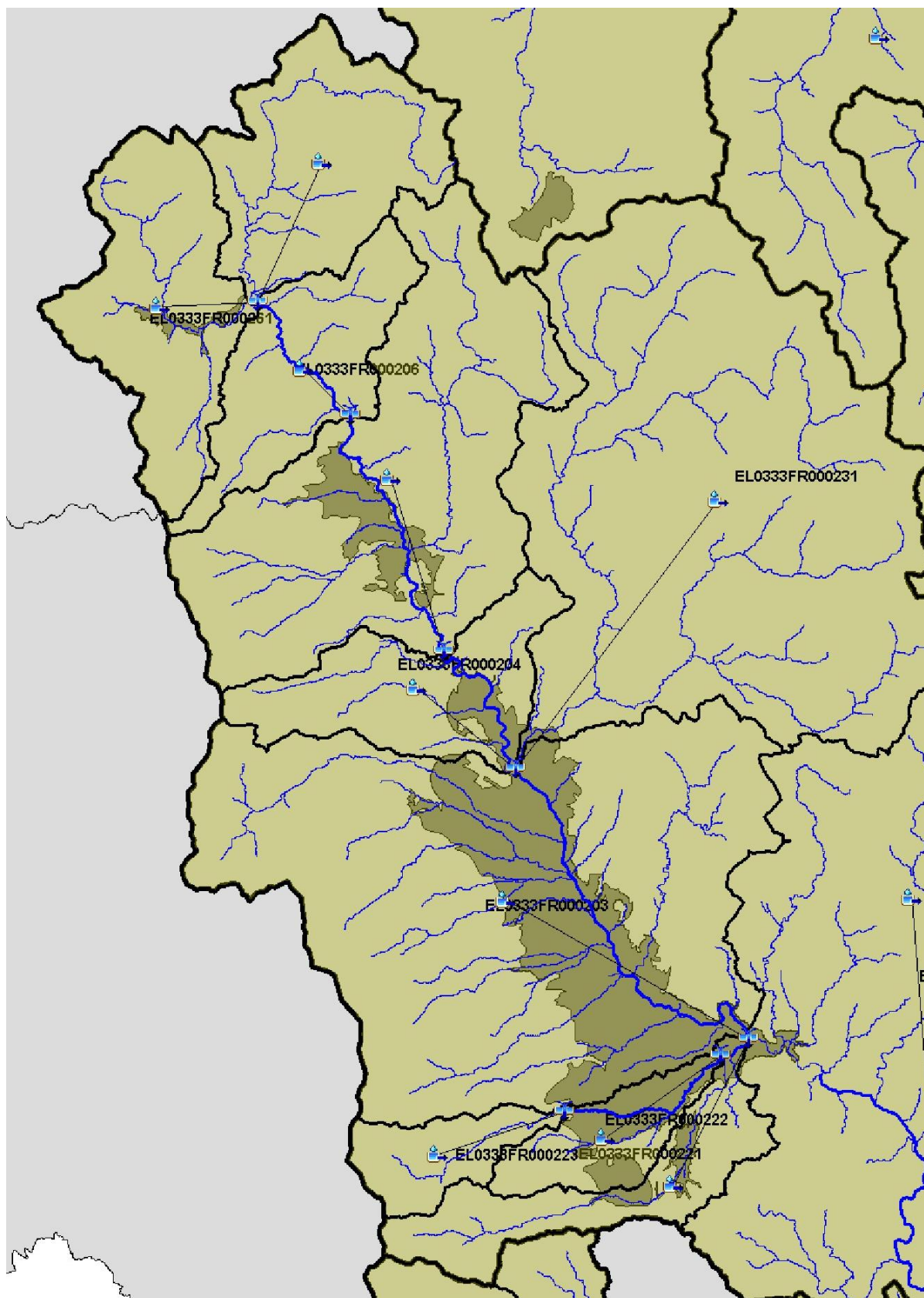
Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Υπολεκάνης (HBasinID_R1)	Κωδικός Λεκάνης (BasinID_FD)	Περιγραφή
EL0333FR000261	EL0333FR0002	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα
EL0333FR000207	EL0333FR0002	Λαγκάδα ρ.
EL0333FR000206	EL0333FR0002	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002
EL0333FR000205	EL0333FR0002	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002
EL0333FR000204	EL0333FR0002	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με π. Οινούς
EL0331FR00F1203	EL0331FR00F12	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001
EL0331FR00F1202	EL0331FR00F12	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001
EL0331FR00F1201	EL0331FR00F12	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή

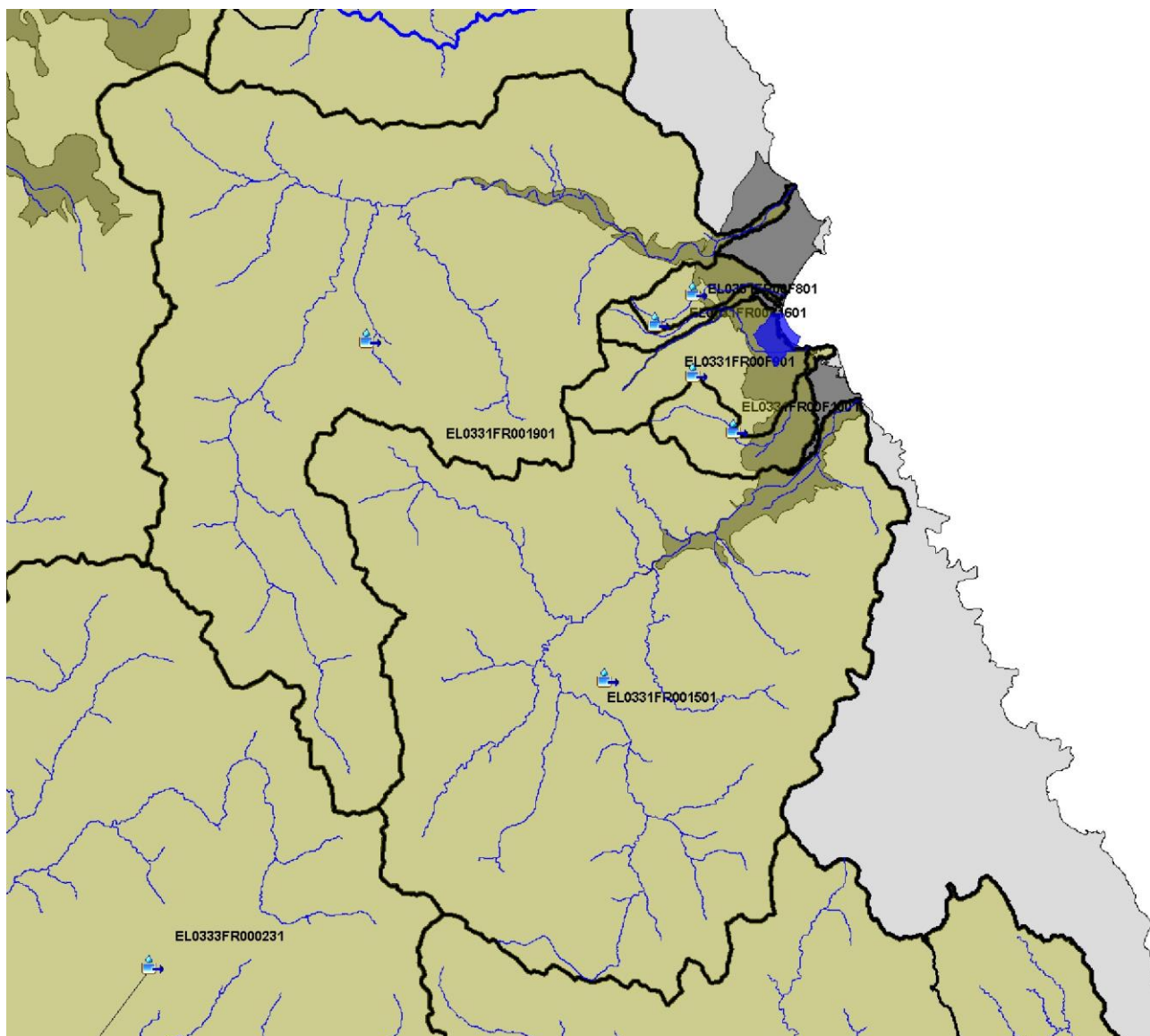
Στα παρακάτω σχήματα δίνεται με συνοπτική μορφή το μαθηματικό ομοίωμα για κάθε ΖΔΥΚΠ του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03).



EL03_П04_Т1 - 130



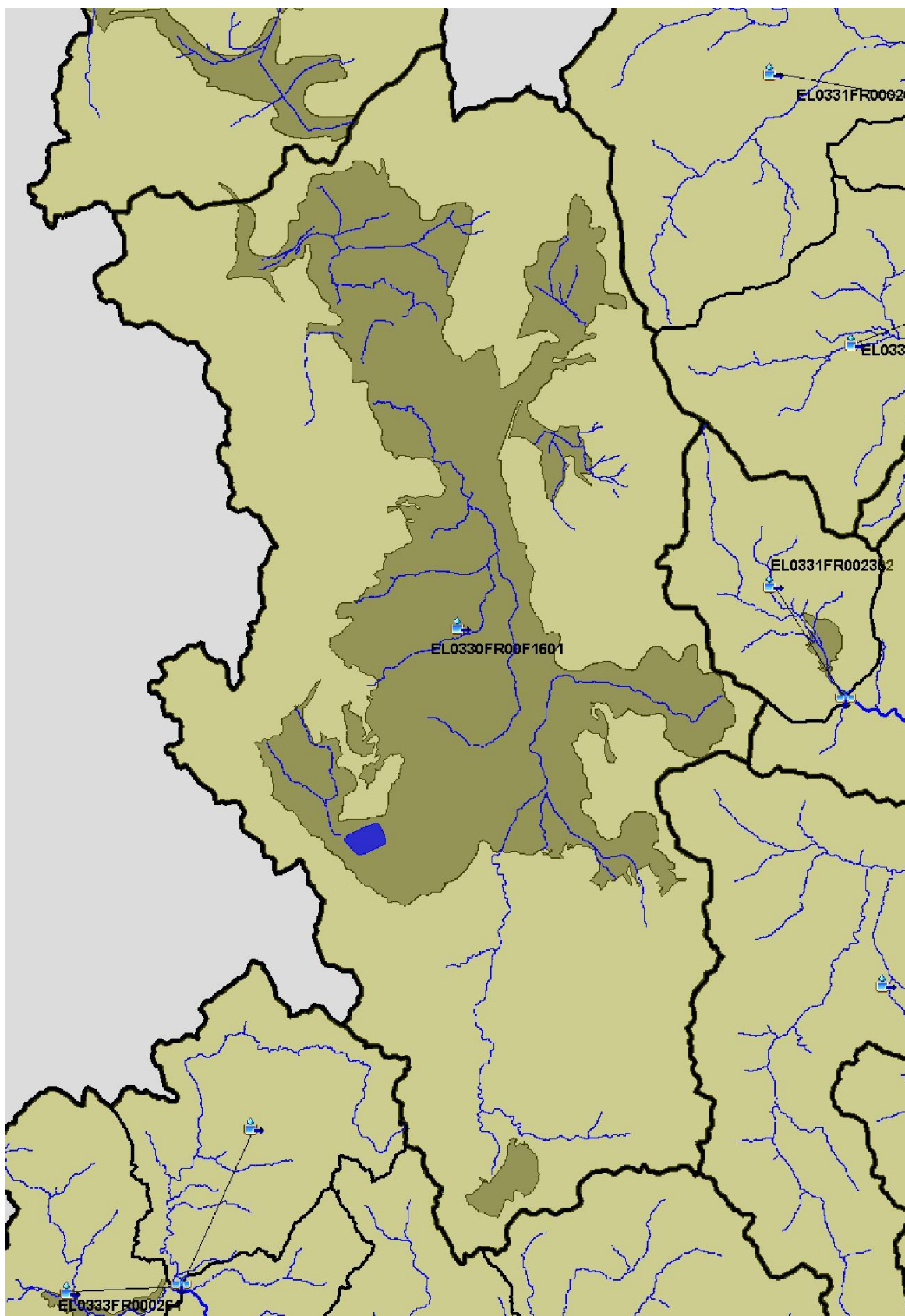
Σχήμα 4.3: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APFSR002



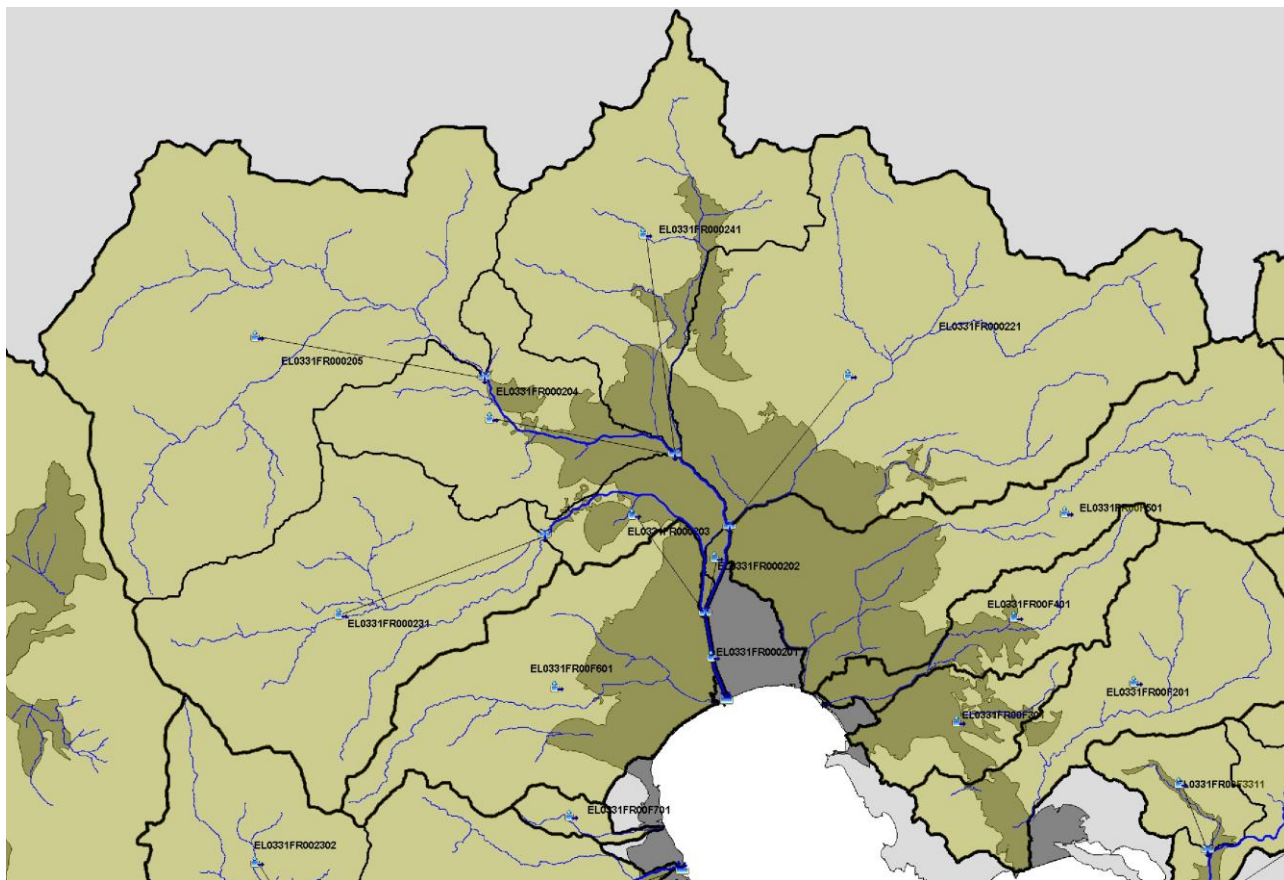
Σχήμα 4.4: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003



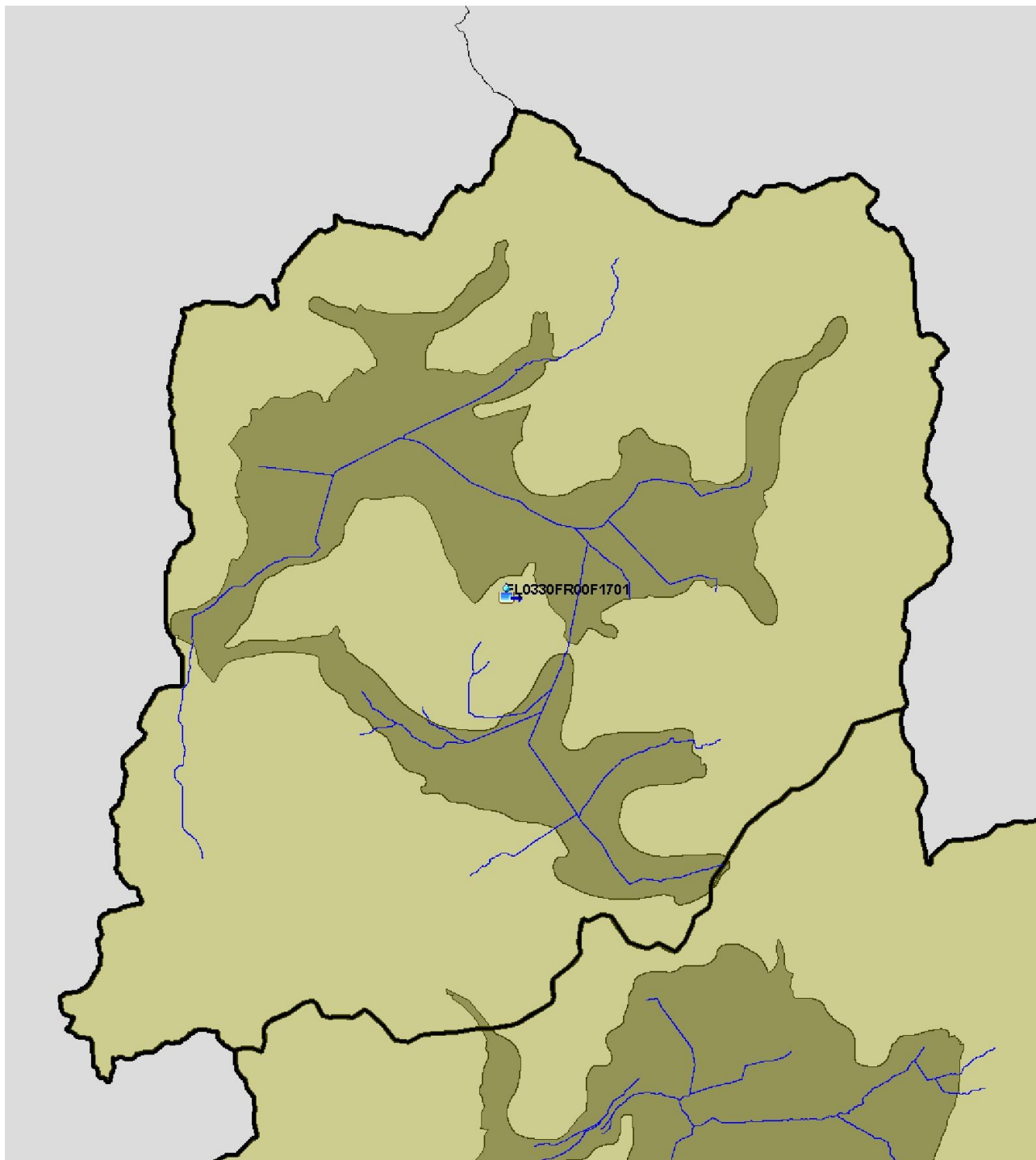
Σχήμα 4.5: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004



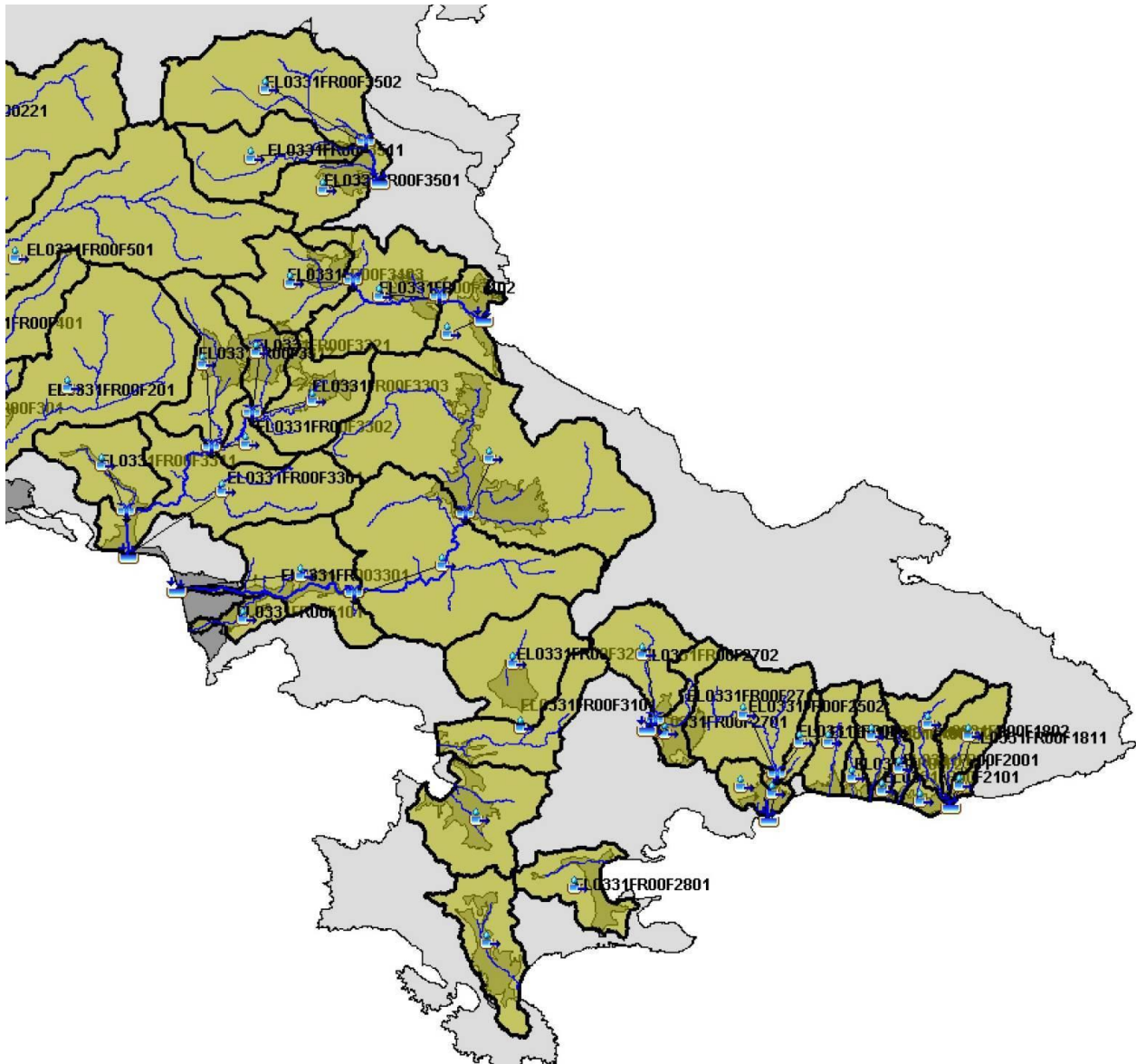
Σχήμα 4.6: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR005



Σχήμα 4.7: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006



Σχήμα 4.8 : Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR007



Σχήμα 4.9: Υδρολογικό ομοίωμα για τη ΖΔΥΚΠ EL03APSR008

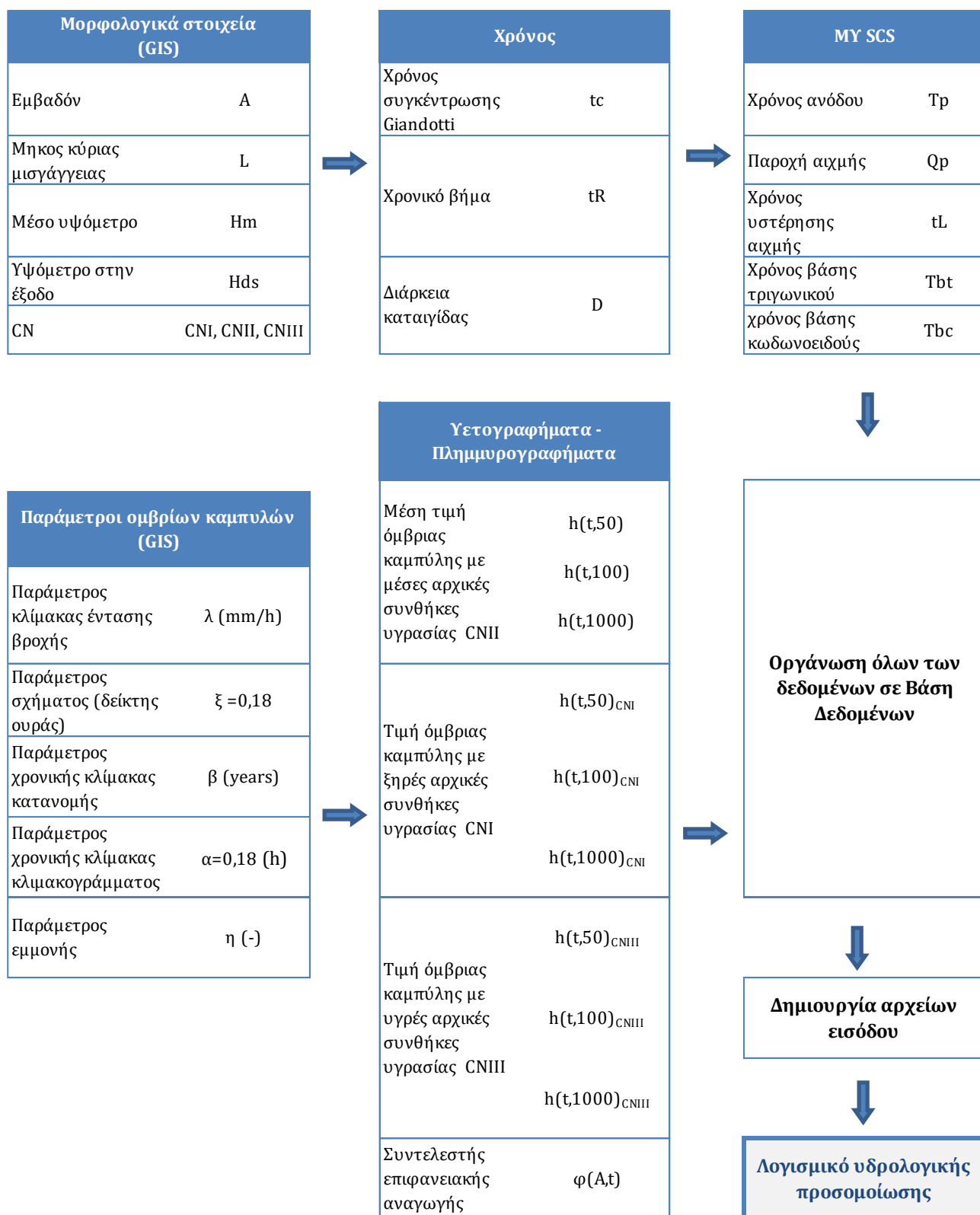
4.4.5 Μεθοδολογία εργασίας

Επειδή ο όγκος των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος και απαιτείται εξαγωγή χωρικής πληροφορίας πριν τους υδρολογικούς υπολογισμούς, αναπτύχθηκε ένα σύστημα «προεπεξεργασίας» με χρήση Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας και Βάσεων Δεδομένων.

Η διασύνδεση αυτή επιτρέπει τη δυναμική ενημέρωση των χωρικών παραμέτρων για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη και στη συνέχεια τον υπολογισμό των υετογραφημάτων και τη δημιουργία των αρχείων εισόδου στο λογισμικό HEC-HMS (Basin Models, Meteorologic Models).

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η μεθοδολογία εργασίας που ακολουθήθηκε.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Σχήμα 4.10: Μεθοδολογία εργασίας

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

4.4.6 Δεδομένα εισόδου -Χαρακτηριστικά λεκανών και υπολεκανών

Για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη, εξάγονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και οι παράμετροι της όμβριας καμπύλης και στη συνέχεια, υπολογίζονται όλα τα δεδομένα εισόδου στο λογισμικό υδρολογικής προσομοίωσης.

Τα δεδομένα εισόδου είναι η επιφάνεια, ο χρόνος συγκέντρωσης, ο αριθμός CN, το ΜΥ και τα υετογραφήματα σχεδιασμού. Η πληροφορία αυτές σχηματίζουν με τοπικό τρόπο την «ταυτότητα» κάθε υπολεκάνης και παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν

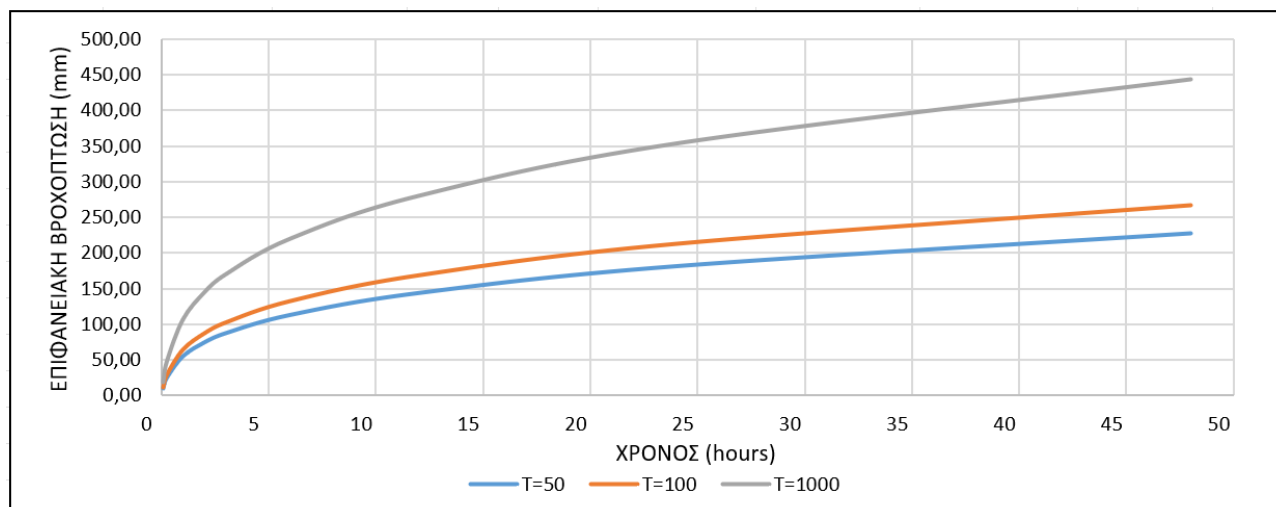
Αναφέρεται η κωδικοποίηση της λεκάνης, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το χρόνο συγκέντρωσης, οι παράμετροι του ΜΥ, οι παράμετροι της όμβριας καμπύλης και τα γραφήματα των ομβρίων καμπυλών. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ενδεικτικά ένα παράδειγμα «ταυτότητας». Αναλυτικά στοιχεία για όλες τις υπολεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος περιλαμβάνονται στα Παραρτήματα της παρούσης για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη απορροής.

Πίνακας 4.2: «Ταυτότητα» υπολεκάνης EL0333FR000222

Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη						
Καταιγίδα σχεδιασμού διάρκειας 48 ωρών				T=50	T=100	T=1000
Κατάταξη:	Ποταμός	Μέσες συνθήκες	Curve Number :	76,90		
Κωδικός λεκάνης:	EL0333FR0002		Χρόνος συγκέντρωσης tc (h) :	2,89	2,664	2,07
Κωδικός υπολεκάνης:	EL0333FR000222	Δυσμενείς συνθήκες	Curve Number :			
			Χρόνος συγκέντρωσης tc (h) :			
Επιφάνεια (km ²) :	30,30	Ευμενείς συνθήκες	Curve Number :			
Μήκος κύριας μισγάγκειας L (Km):	14,82		Χρόνος συγκέντρωσης tc (h) :			
Μέσο Υψόμετρο Hm (m):	317,98	ΜΥ 1h	Χρόνος ανόδου Tp (h) :	2,23	2,099	1,74
Υψόμετρο στην έξοδο Hds (m):	116,55	Μέσες συνθήκες	Παροχή αιχμής Qp (m ³ /sec) :	28,2	30,03	36,18
Μέση Κλίση Is (%) :	23,95		Χρόνος βάσης Tb (h) :	5,63	5,289	4,39

Όμβρια Καμπύλη		Παράμετροι	
$x = \lambda_* \frac{(T/\beta_*)^\xi - 1}{(1 + k/a)^{\eta_*}}$		$\lambda_*=$	77,23
		$\beta_*=$	0,0209
		$\xi =$	0,18
		$\alpha =$	0,18
		$\eta_*=$	0,6923

Χρόνος: d(h)	Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής φ(d,A)	Σημειακή βροχόπτωση T=50 έτη hp50(mm)	Επιφανειακή βροχόπτωση T=50 έτη hp50(mm)	Σημειακή βροχόπτωση T=100 έτη hp100(mm)	Επιφανειακή βροχόπτωση T=100 έτη hp100(mm)	Σημειακή βροχόπτωση T=1000 έτη hp1000(mm)	Επιφανειακή βροχόπτωση T=1000 έτη hp1000(mm)
1/12	0,652	15,12	9,85	17,78	11,59	29,46	19,20
1/4	0,763	32,30	24,64	37,99	28,99	62,93	48,02
1	0,854	64,23	54,86	75,55	64,53	125,15	106,89
2	0,886	83,98	74,37	98,80	87,49	163,64	144,91
3	0,901	97,00	87,37	114,11	102,77	189,01	170,23
6	0,922	122,47	112,93	144,07	132,84	238,63	220,04
12	0,939	153,13	143,77	180,14	169,13	298,38	280,14
24	0,952	190,51	181,38	224,11	213,36	371,22	353,41
48	0,962	236,42	227,52	278,11	267,64	460,65	443,32



Σχήμα 4.11: Όμβριες Καμπύλες λεκάνης / υπολεκάνης EL0333FR000222

Στη συνέχεια και στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται συνοπτικά ο τρόπος υπολογισμού των μεγεθών που παρουσιάζονται στις ταυτότητες των λεκανών και υπολεκανών απορροής:

Πίνακας 4.3: Συνοπτικός τρόπος υπολογισμού των παραμέτρων των ταυτοτήτων κάθε λεκάνης/υπολεκάνης απορροής

Χαρακτηριστικό	Μονάδα μέτρησης		Περιγραφή
Κωδικός υπολεκάνης			Ο κωδικός της υπολεκάνης απορροής
Κωδικός λεκάνης			Ο κωδικός της λεκάνης απορροής
Επιφάνεια	S_A	Km^2	Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής
Μήκος κύριας μισγάγκειας	L	km	Το μήκος της κύριας μισγάγκειας. Η κύρια μισγάγκεια επιλέχθηκε με βάση το μήκος της διαδρομής και την τάξη κατά Shreeve
Μέσο Υψόμετρο	H_m	m	Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης
Υψόμετρο στην έξοδο	H_{ds}	m	Το υψόμετρο στο πλέον κατάντη σημείο της κύριας μισγάγκειας
Μέση Κλίση	I_s	(%)	Υπολογίζεται από τη σχέση $I = \frac{1}{S_A} \int_{S_A} i dS$
Curve Number (μέσες συνθήκες)			Ο αριθμός CN σύμφωνα με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην παρ. 3.4
Χρόνος συγκέντρωσης			(h) Ο χρόνος συγκέντρωσης σύμφωνα με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην παρ.3.5.2
Curve Number (δυσμενείς συνθήκες)			Ο αριθμός CN για δυσμενείς συνθήκες σύμφωνα με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην παρ. 3.4.2
Curve Number (ευμενείς συνθήκες)			Ο αριθμός CN για ευμενείς συνθήκες σύμφωνα με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην παρ. 3.4.2

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Χαρακτηριστικό	Μονάδα μέτρησης	Περιγραφή
Χρόνος ανόδου ΜΥ 1h (μέσες συνθήκες)	T_p (h)	Ο χρόνος από την έναρξη της βροχής μέχρι την εμφάνιση της αιχμής του πλημμυρογραφήματος. Δίνεται από τη σχέση $T_p = t_L + \frac{t_R}{2}$
Παροχή αιχμής ΜΥ 1h (μέσες συνθήκες)	Q_p (m ³ /sec)	Η μέγιστη παροχή του ΜΥ. Δίνεται από τη σχέση $q_p = C \frac{A}{T_p}$
Χρόνος βάσης	T_b (h)	Η συνολική διάρκεια του ΜΥ. Δίνεται από τη σχέση $T_b = 5T_p$
λ, β, ξ, α, η		Παράμετροι όμβριας καμπύλης για την εξεταζόμενη λεκάνη/υπολεκάνη

4.4.7 Αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των λεκανών και υπολεκανών απορροής του υδρολογικού ομοιώματος για τις μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας (CN_{II}) και για κάθε περίοδο επαναφοράς T=50, 100 και 1000έτη στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03) όπου δίνονται:

- Ο κωδικός της λεκάνης/υπολεκάνης απορροής
- Το όνομα της λεκάνης/υπολεκάνης απορροής
- Το εμβαδό της λεκάνης/υπολεκάνης απορροής
- Το ύψος βροχής που χρησιμοποιήθηκε για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη απορροής
- Η παροχή αιχμής για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη απορροής .

Αναλυτικότερα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα Παραρτήματα της παρούσης για κάθε λεκάνη/υπολεκάνη απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 4.4: Παροχές αιχμής, ύψος βροχής, και διάρκεια βροχής για τις λεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος (EL03) για μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας και για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000 έτη

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Περιγραφή	Επιφάνεια (km ²)	H (mm) T=50-M	H (mm) T=100-M	H (mm) T=1000-M	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
1	EL0331FR0007	Μαριόρεμα Ρ.	273,11	156,87	184,87	307,49	417,30	621,10	2151,50	24
2	EL0333FR00F15	Λαγκάδια Ρ.	40,18	183,25	215,90	358,89	171,30	237,00	650,30	24
3	EL0333FR00F14	Βασιλοπόταμος Ρ.	23,60	174,70	205,90	342,49	98,10	136,00	372,80	24
4	EL0333FR0002	Ευρώτας Π.	1.668,63	198,68	233,76	387,38	2734,30	3842,90	11813,30	48
5	EL0331FR00F13	Στραβόρεμα Ρ.	18,57	154,35	182,06	303,35	92,10	124,10	308,90	24
6	EL0331FR00F12	Κορακοφωλιά Ρ.	125,51	144,21	170,11	283,54	241,00	361,30	1376,30	24
7	EL0331FR00F11	Λαγκάδα Ρ.	10,76	117,77	139,11	232,57	76,10	102,30	246,70	12
8	EL0331FR0015	Βρασιάτης Ρ.	250,10	107,42	126,44	209,70	207,80	341,20	1666,00	12
9	EL0331FR00F10	Όρμος Άστρους1#	10,76	112,46	132,40	219,71	27,60	43,30	172,90	12
10	EL0331FR00F16	Σκατιάς Ρ.	3,43	115,85	136,38	226,30	12,50	19,40	73,10	12
11	EL0331FR00F8	Όρμος Άστρους2#	5,78	116,38	137,02	227,40	27,00	38,50	113,50	12
12	EL0331FR0019	Τάνος Π.	248,19	135,30	159,28	264,23	424,20	622,30	2117,20	24
13	EL0331FR00F6	Ερασίνος Π.	86,95	122,34	144,05	239,08	149,50	224,30	801,90	24
14	EL0331FR0002	Ίναχος Π.	651,87	128,42	151,12	250,50	859,60	1305,50	4978,40	24
15	EL0331FR00F5	Ξεριάς Ρ.	120,80	125,43	147,68	245,06	166,40	254,50	982,80	24
16	EL0331FR00F4	Μεγάλο Ρ.	30,26	97,40	114,67	190,30	92,70	129,10	359,80	12
17	EL0331FR00F3	Άρια#	24,45	97,42	114,69	190,34	61,40	87,80	265,70	12
18	EL0331FR00F2	Δαφνόρρεμα	71,27	88,95	104,71	173,69	83,40	129,80	526,90	12
19	EL0331FR0033	Ράδος Π.	181,67	105,52	124,25	206,26	131,50	218,70	1176,80	24

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Περιγραφή	Επιφάνεια (km ²)	H (mm) T=50-M	H (mm) T=100-M	H (mm) T=1000-M	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
20	EL0331FR00F1	Ίρια#	5,22	61,41	72,17	119,29	2,50	4,60	28,90	12
21	EL0331FR0023	Ξοβριό Ρ.	169,14	129,76	152,69	253,08	223,70	353,30	1302,50	24
22	EL0331FR00F7	Κουτουζαίικα#	5,73	107,12	126,10	209,17	4,40	9,10	76,70	12
23	EL0331FR00F9	Πλακούλα Ρ.	19,60	114,05	134,28	222,84	45,40	70,90	281,90	12
24	EL0330FR00F17	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	207,20	142,15	167,50	278,48	294,20	443,10	1647,70	24
25	EL0330FR00F16	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	698,86	174,20	204,88	339,24	906,70	1285,70	3955,90	48
26	EL0333FR00F42	Δίχοβας Ρ.	25,47	160,62	189,30	314,85	154,90	214,60	589,70	12
27	EL0331FR00F38	Ασωπός Β.2#	4,01	108,77	128,53	215,05	22,30	30,20	76,00	12
28	EL0331FR00F37	Ασωπός Β.1#	4,54	108,59	128,31	214,67	20,90	28,40	72,20	12
29	EL0331FR00F39	Ποταμιά Ρ.	17,60	105,06	124,24	208,24	77,80	107,50	287,60	12
30	EL0333FR00F40	Μαυροβούνιον#	8,05	178,71	210,91	351,91	84,80	111,00	248,50	12
31	EL0333FR0003	Πλατύς Π.	183,08	194,39	228,71	378,98	1002,90	1332,10	3077,10	24
32	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης Ρ.	58,43	158,67	186,88	310,41	326,50	450,90	1183,70	12
33	EL0331FR0011	Δαφνών Ρ.	341,59	142,34	167,58	278,09	219,50	381,70	2428,80	24
34	EL0331FR00F33	Γιαννακάκη Ρ.	118,71	77,44	91,16	151,20	38,00	73,10	541,50	12
35	EL0331FR00F34	Παλαιά Επίδαυρος#	65,17	87,96	103,54	171,75	45,10	79,80	439,30	12
36	EL0331FR00F29	Βαθύ Ρ.	19,46	110,25	129,95	216,21	79,60	109,10	285,70	12
37	EL0331FR00F22	Σαμπάριζας Ρ.	7,67	109,87	129,31	214,43	56,00	75,00	178,60	12
38	EL0331FR00F18	Βαρελά Ρ.	23,47	112,16	131,97	218,69	160,20	215,20	528,70	12
39	EL0331FR00F20	Σωληνάριον#	2,75	112,15	131,99	218,82	24,00	31,80	73,20	12

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Λεκάνης	Περιγραφή	Επιφάνεια (km ²)	H (mm) T=50-M	H (mm) T=100-M	H (mm) T=1000-M	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
40	EL0331FR00F30	Όρμος Κοιλάδος#	25,66	113,69	134,21	224,03	92,90	131,80	384,70	12
41	EL0331FR00F31	Φούρνοι#	18,94	100,84	118,82	197,53	32,00	51,40	221,80	12
42	EL0331FR00F32	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	27,70	95,26	112,23	186,55	20,70	38,50	244,30	12
43	EL0331FR00F19	Μετόχιον#	2,54	115,65	136,07	225,47	18,60	24,10	51,80	12
44	EL0331FR00F21	Πηγάδια#	1,22	112,00	131,81	218,58	10,20	13,50	30,40	12
45	EL0331FR00F23	Αγ. Αικατερίνη#	2,57	111,27	130,96	217,15	20,60	27,40	64,90	12
46	EL0331FR00F24	Πλεπίου Ρ.	10,02	109,77	129,19	214,22	62,60	84,70	210,30	12
47	EL0331FR00F28	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	14,39	109,39	128,90	214,31	58,90	82,00	223,00	12
48	EL0331FR00F27	Ρεματάκι	25,13	102,23	120,41	200,03	65,20	98,00	351,70	12
49	EL0331FR00F36	Χειλόρρεμα	130,27	128,82	152,20	254,60	162,80	257,70	1083,10	24
50	EL0331FR00F35	Τζαμί Ρ.	78,91	94,99	111,78	185,28	35,50	68,10	575,00	12
51	EL0331FR00F25	Ρορού Ρ.	33,65	108,66	127,92	212,28	182,60	246,10	647,30	12
52	EL0331FR00F26	Λ. Θερμησίας#	4,93	114,30	134,54	223,13	42,00	56,90	140,70	12

Πίνακας 4.5: Παροχές αιχμής, ύψος βροχής, και διάρκεια βροχής για τις υπολεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος (EL03) για μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας και για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000 έτη

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
1	EL0330FR00F1601	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	698,86	174,20	204,88	339,24	906,70	1285,70	3955,90	48
2	EL0330FR00F1701	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	207,20	142,15	167,50	278,48	294,20	443,10	1647,70	24
3	EL0331FR00F1001	Όρμος Άστρους1#	10,76	112,46	132,40	219,71	27,60	43,30	172,90	12
4	EL0331FR00F101	Ίρια#	5,22	61,41	72,17	119,29	2,50	4,60	28,90	12

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
5	ΕΛ0331FR00F1101	Λαγκάδα Ρ.	10,76	117,77	139,11	232,57	76,10	102,30	246,70	12
6	ΕΛ0331FR00F1201	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR001 έως εκβολή	49,04	148,14	174,77	291,40	175,50	244,80	689,50	24
7	ΕΛ0331FR00F1202	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR001	15,06	144,17	170,05	283,37	26,00	42,40	193,20	24
8	ΕΛ0331FR00F1203	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR001	61,41	141,34	166,71	277,80	43,40	79,10	494,80	24
9	ΕΛ0331FR00F1301	Στραβόρεμα Ρ.	18,57	154,35	182,06	303,35	92,10	124,10	308,90	24
10	ΕΛ0331FR00F1601	Σκατιάς Ρ.	3,43	115,85	136,38	226,30	12,50	19,40	73,10	12
11	ΕΛ0331FR00F1801	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	1,51	116,20	136,72	226,54	15,50	20,60	44,40	12
12	ΕΛ0331FR00F1802	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	11,84	113,13	133,10	220,57	78,60	105,70	258,00	12
13	ΕΛ0331FR00F1811	Μυλόρρεμα	10,12	113,79	133,88	221,83	71,60	96,00	232,50	12
14	ΕΛ0331FR00F1901	Μετόχιον#	2,54	115,65	136,07	225,47	18,60	24,10	51,80	12
15	ΕΛ0331FR00F2001	Σωληνάριον#	2,75	112,15	131,99	218,82	24,00	31,80	73,20	12
16	ΕΛ0331FR00F201	Δαφνόρρεμα	71,27	88,95	104,71	173,69	83,40	129,80	526,90	12
17	ΕΛ0331FR00F2101	Πηγάδια#	1,22	112,00	131,81	218,58	10,20	13,50	30,40	12
18	ΕΛ0331FR00F2201	Σαμπάριζας Ρ.	7,67	109,87	129,31	214,43	56,00	75,00	178,60	12
19	ΕΛ0331FR00F2301	Αγ. Αικατερίνη#	2,57	111,27	130,96	217,15	20,60	27,40	64,90	12
20	ΕΛ0331FR00F2401	Πλεπίου Ρ.	10,02	109,77	129,19	214,22	62,60	84,70	210,30	12
21	ΕΛ0331FR00F2501	Ρορού ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	2,15	115,16	135,54	224,76	15,60	21,10	51,50	12
22	ΕΛ0331FR00F2502	Ρορού ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	27,49	108,54	127,79	212,08	150,60	202,60	498,80	12

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
23	ΕΛ0331FR00F2511	Τουτούνη ρ.	4,00	112,51	132,44	219,70	36,10	48,20	111,90	12
24	ΕΛ0331FR00F2601	Λ. Θερμησίας#	4,93	114,30	134,54	223,13	42,00	56,90	140,70	12
25	ΕΛ0331FR00F2701	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR008 έως εκβολή	0,21	107,79	126,93	210,72	3,00	3,90	7,70	12
26	ΕΛ0331FR00F2702	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR008	17,10	102,28	120,48	200,17	28,60	47,10	209,10	12
27	ΕΛ0331FR00F2711	Συμβάλλων κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	7,83	104,99	123,64	205,34	37,70	52,70	141,60	12
28	ΕΛ0331FR00F2801	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	14,39	109,39	128,90	214,31	58,90	82,00	223,00	12
29	ΕΛ0331FR00F2901	Βαθύ Ρ.	19,46	110,25	129,95	216,21	79,60	109,10	285,70	12
30	ΕΛ0331FR00F3001	Όρμος Κοιλιάδος#	25,66	113,69	134,21	224,03	92,90	131,80	384,70	12
31	ΕΛ0331FR00F301	Άρια#	24,45	97,42	114,69	190,34	61,40	87,80	265,70	12
32	ΕΛ0331FR00F3101	Φούρνοι#	18,94	100,84	118,82	197,53	32,00	51,40	221,80	12
33	ΕΛ0331FR00F3201	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	27,70	95,26	112,23	186,55	20,70	38,50	244,30	12
34	ΕΛ0331FR00F3301	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	39,31	74,88	88,13	146,17	2,90	6,90	118,20	12
35	ΕΛ0331FR00F3302	Λιοφάτες Ρ.	6,67	81,29	95,69	158,75	0,70	1,80	38,20	12
36	ΕΛ0331FR00F3303	Κοδέλες Ρ.	20,66	81,58	96,03	159,31	8,50	16,40	122,60	12
37	ΕΛ0331FR00F3311	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλων κλάδος από Άγ. Αντώνιο	18,79	83,11	97,83	162,28	5,50	11,60	109,40	12
38	ΕΛ0331FR00F3312	Κοκκινόβραχος Ρ.	21,92	83,59	98,39	163,19	12,50	23,40	156,60	12
39	ΕΛ0331FR00F3321	Αυλού Ρ.	11,35	84,40	99,33	164,73	11,90	20,10	99,60	12
40	ΕΛ0331FR00F3401	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ	11,34	94,02	110,69	183,64	11,10	20,30	126,50	12

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
		ΕΛ03APSFR008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση								
41	ΕΛ0331FR00F3402	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSFR008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου	34,05	88,91	104,67	173,64	25,60	44,90	258,90	12
42	ΕΛ0331FR00F3403	Μαργέρη ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ ΕΛ03APSFR008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)	19,78	87,71	103,24	171,23	13,70	26,00	182,90	12
43	ΕΛ0331FR00F3501	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	14,81	94,09	110,75	183,68	14,00	25,50	158,70	12
44	ΕΛ0331FR00F3502	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	41,57	98,17	115,51	191,44	21,10	40,50	304,50	12
45	ΕΛ0331FR00F3511	Δαιμονοστάσι Ρ.	22,53	95,62	112,52	186,53	5,80	12,20	138,80	12
46	ΕΛ0331FR00F3601	Χειλόρρεμα	130,27	128,82	152,20	254,60	162,80	257,70	1083,10	24
47	ΕΛ0331FR00F3701	Ασωπός Β.1#	4,54	108,59	128,31	214,67	20,90	28,40	72,20	12
48	ΕΛ0331FR00F3801	Ασωπός Β.2#	4,01	108,77	128,53	215,05	22,30	30,20	76,00	12
49	ΕΛ0331FR00F3901	Ποταμιά Ρ.	17,60	105,06	124,24	208,24	77,80	107,50	287,60	12
50	ΕΛ0331FR00F401	Μεγάλο Ρ.	30,26	97,40	114,67	190,30	92,70	129,10	359,80	12
51	ΕΛ0331FR00F501	Ξεριάς Ρ.	120,80	125,43	147,68	245,06	166,40	254,50	982,80	24
52	ΕΛ0331FR00F601	Ερασίνος Π.	86,95	122,34	144,05	239,08	149,50	224,30	801,90	24
53	ΕΛ0331FR00F701	Κουτουζαίικα#	5,73	107,12	126,10	209,17	4,40	9,10	76,70	12
54	ΕΛ0331FR00F801	Όρμος Άστρους2#	5,78	116,38	137,02	227,40	27,00	38,50	113,50	12
55	ΕΛ0331FR00F901	Πλακούλα Ρ.	19,60	114,05	134,28	222,84	45,40	70,90	281,90	12
56	ΕΛ0331FR000201	Ίναχος π. εκβολή	0,25	122,38	144,29	240,20	1,00	1,40	3,80	24

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
57	EL0331FR000202	Κενο GR311478502	1,40	121,45	143,18	238,32	6,20	8,60	23,10	24
58	EL0331FR000203	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με π. Ίναχο	18,69	120,66	142,09	235,91	59,10	82,90	237,60	24
59	EL0331FR000204	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	57,05	130,88	154,05	255,47	111,10	167,30	610,00	24
60	EL0331FR000205	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	182,57	143,44	168,85	280,09	213,30	341,00	1529,90	24
61	EL0331FR000221	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	190,51	127,95	150,55	249,48	266,90	401,80	1486,00	24
62	EL0331FR000231	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	110,48	129,82	152,78	253,30	135,00	217,90	978,20	24
63	EL0331FR000241	Δερβένι Ρ.	90,91	131,63	154,79	256,17	204,00	291,10	897,80	24
64	EL0331FR000701	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	71,19	161,73	190,64	317,21	232,40	317,10	829,60	24
65	EL0331FR000702	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	201,92	146,18	172,26	286,47	197,90	319,50	1475,40	24
66	EL0331FR001101	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003 έως εκβολή	62,72	139,64	164,41	272,87	61,80	111,20	662,70	24
67	EL0331FR001102	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003	278,87	143,34	168,76	280,04	181,90	318,20	1856,10	24
68	EL0331FR001501	Βρασιάτης Ρ.	250,10	107,42	126,44	209,70	207,80	341,20	1666,00	12
69	EL0331FR001901	Τάνος Π.	248,19	135,30	159,28	264,23	424,20	622,30	2117,20	24
70	EL0331FR002301	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως εκβολή	108,34	129,10	151,93	251,88	127,20	205,80	945,50	24

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
71	EL0331FR002302	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	60,80	134,59	158,33	262,28	109,30	170,30	695,60	24
72	EL0331FR003301	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004 έως εκβολή	27,06	89,00	104,74	173,67	7,90	16,90	155,00	24
73	EL0331FR003302	Ράδος π. ενδιαμέση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	64,76	107,21	126,26	209,67	55,00	93,90	488,10	24
74	EL0331FR003303	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	89,86	113,58	133,74	222,00	80,90	132,50	632,40	24
75	EL0333FR00F1401	Βασιλοπόταμος Ρ.	23,60	174,70	205,90	342,49	98,10	136,00	372,80	24
76	EL0333FR00F1501	Λαγκάδια Ρ.	40,18	183,25	215,90	358,89	171,30	237,00	650,30	24
77	EL0333FR00F4001	Μαυροβούνιον#	8,05	178,71	210,91	351,91	84,80	111,00	248,50	12
78	EL0333FR00F4101	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	16,61	167,58	197,52	328,59	95,70	135,60	397,60	12
79	EL0333FR00F4102	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	41,82	151,92	178,88	296,91	243,90	334,20	878,50	12
80	EL0333FR00F4201	Δίχοβας Ρ.	25,47	160,62	189,30	314,85	154,90	214,60	589,70	12
81	EL0333FR000201	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	13,51	203,90	240,28	399,55	52,80	76,40	243,20	48
82	EL0333FR000202	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	377,82	200,68	236,29	392,20	774,80	1094,70	3300,20	48
83	EL0333FR000203	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	337,13	213,27	250,96	415,96	948,30	1289,10	3410,30	48
84	EL0333FR000204	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	63,31	214,41	252,24	417,89	312,80	410,20	949,80	48

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

α/α	Κωδικός Υπολεκάνης	Περιγραφή	Εμβαδόν υπολεκάνης (km ²)	H (mm) T=50	H (mm) T=100	H (mm) T=1000	Q (m ³ /s) T=50	Q (m ³ /s) T=100	Q (m ³ /s) T=1000	Διάρκεια Βροχής (hrs)
		έως συμβολή με π. Οινούς								
85	ΕΛ0333FR000205	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002	192,90	203,99	239,91	397,19	520,50	721,20	2047,30	48
86	ΕΛ0333FR000206	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002	61,36	205,24	241,31	399,23	282,40	375,30	908,30	48
87	ΕΛ0333FR000207	Λαγκάδα ρ.	83,71	190,14	223,55	369,81	307,60	411,80	1027,80	48
88	ΕΛ0333FR000221	Γερακάρη ρ.	50,51	242,15	284,79	471,50	310,10	402,50	894,80	48
89	ΕΛ0333FR000222	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	30,30	227,52	267,64	443,32	210,20	272,00	592,50	48
90	ΕΛ0333FR000223	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ ΕΛ03ΑΡSFR002	25,40	253,26	297,89	493,33	130,60	180,90	506,30	48
91	ΕΛ0333FR000231	Οινούς Π.	348,26	195,41	229,92	381,01	692,80	978,80	2979,80	48
92	ΕΛ0333FR000261	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	84,40	208,60	245,13	405,06	318,40	433,10	1147,10	48
93	ΕΛ0333FR000301	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	18,52	209,85	247,47	412,19	181,30	229,50	467,50	24
94	ΕΛ0333FR000302	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	27,29	192,99	227,22	377,09	235,90	301,40	630,40	24
95	ΕΛ0333FR000303	Βαρδούνιας ρ.	74,55	195,17	229,47	379,65	340,60	470,50	1314,30	24
96	ΕΛ0333FR000311	Παραδείσι ρ.	29,48	193,19	227,49	377,66	190,40	251,60	592,60	24
97	ΕΛ0333FR000321	Περιβολάκι ρ.	33,25	188,67	221,71	366,37	209,90	276,60	650,70	24

4.5 Σχολιασμός και συγκρίσεις με τα αποτελέσματα του 1ου κύκλου των ΣΔΚΠ

4.5.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων βροχής και παροχής αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής

Για το σύνολο των λεκανών οι οποίες διατηρήθηκαν ίδιες σε σχέση με τον 1ο κύκλο του ΣΔΚΠ ή τροποποιήθηκαν ελάχιστα ως προς τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά, γίνονται στην παρούσα παράγραφο συγκρίσεις με τις βροχές και τις παροχές αιχμής του 1ου κύκλου των ΣΔΚΠ με στόχο να αναδειχθούν και να σχολιαστούν οι διαφοροποιήσεις στον παρόντα διαχειριστικό κύκλο.

Οι συγκρίσεις στις βροχές και στις παροχές αιχμής γίνονται:

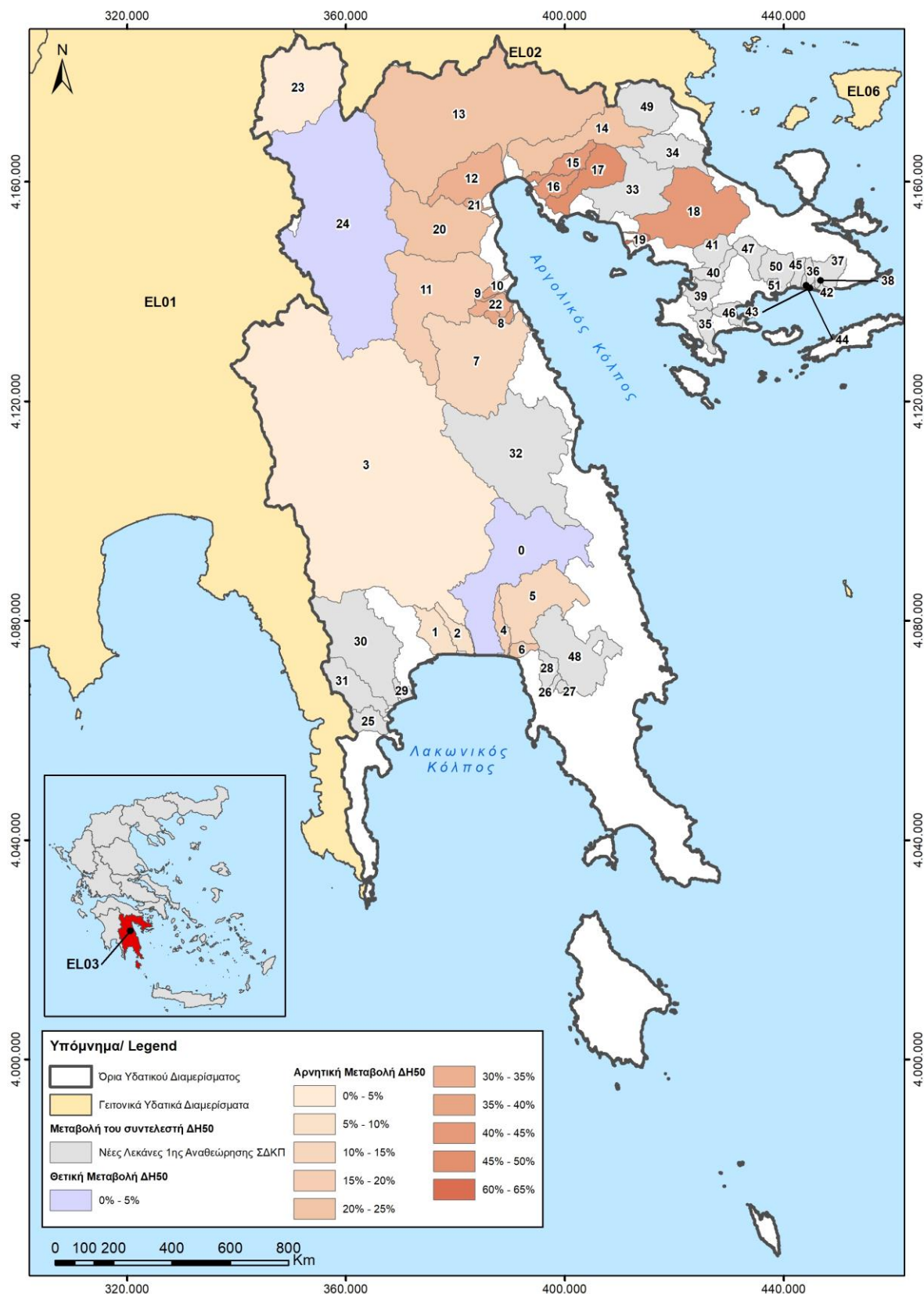
- Για περιόδους επαναφοράς $T=50, 100$ και 1000 ετών
- Για μέσες συνθήκες αρχικής υγρασίας ήτοι CN_{II}
- Για διάρκειες βροχόπτωσης ίσες με εκείνες που υπολογίστηκαν στον παρόντα διαχειριστικό κύκλο έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα

Στη συνέχεια ακολουθούν σχηματικές απεικονίσεις με τη σύγκριση των υψών βροχής και παροχής αιχμής σε επίπεδο λεκάνης απορροής για περιόδους επαναφοράς $T=50, 100$ και 1000 έτη στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03). Η σύγκριση γίνεται με τις αντίστοιχες βροχές και παροχές του 1ου κύκλου του ΣΔΚΠ και για τις ίδιες διάρκειες βροχόπτωσης.

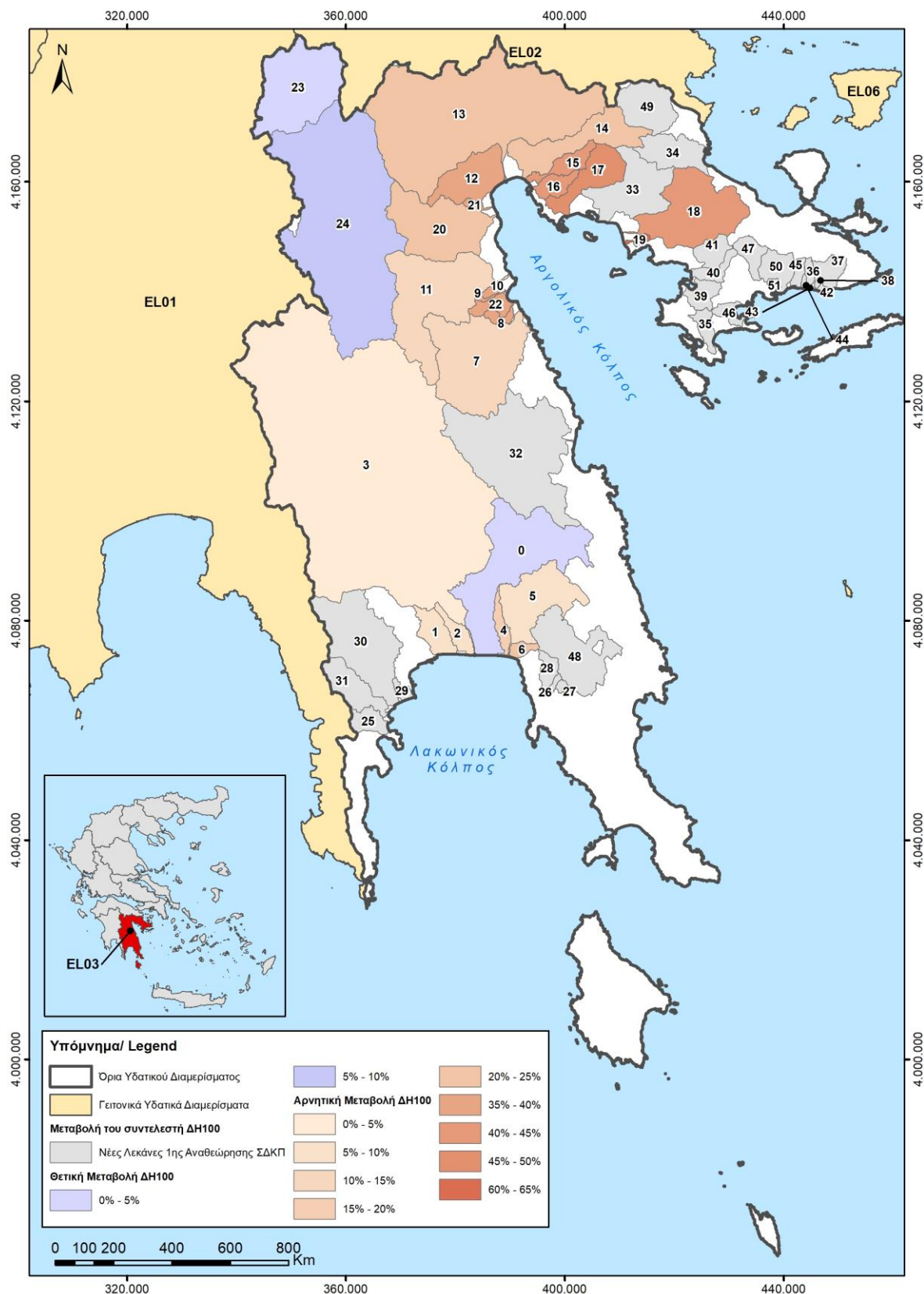
Επισημαίνεται ότι η παρουσίαση τόσο για την βροχή όσο και για την παροχή γίνεται χωρικά, σε χάρτη του ΥΔ, με χρωματική κλίμακα που αντιπροσωπεύει την % αλλαγή, σε διαβαθμίσεις μεταβαλλόμενης χρωματικής παλέτας που κυμαίνεται από κόκκινο χρώμα για αρνητική μεταβολή δηλαδή για σχετική μείωση του μεγέθους $<-50\%$ έως μπλε χρώμα για θετική μεταβολή δηλαδή για σχετική αύξηση του μεγέθους $>+50\%$.

Σε περίπτωση όπου οι λεκάνες απορροής είναι νέες ή έχουν γεωμετρικά τροποποιηθεί πολύ σε σχέση με τον 1ο κύκλο των ΣΔΚΠ τότε εμφανίζονται με γκρι χρώμα δεδομένου ότι δεν υπάρχει πεδίο σύγκρισης τους.

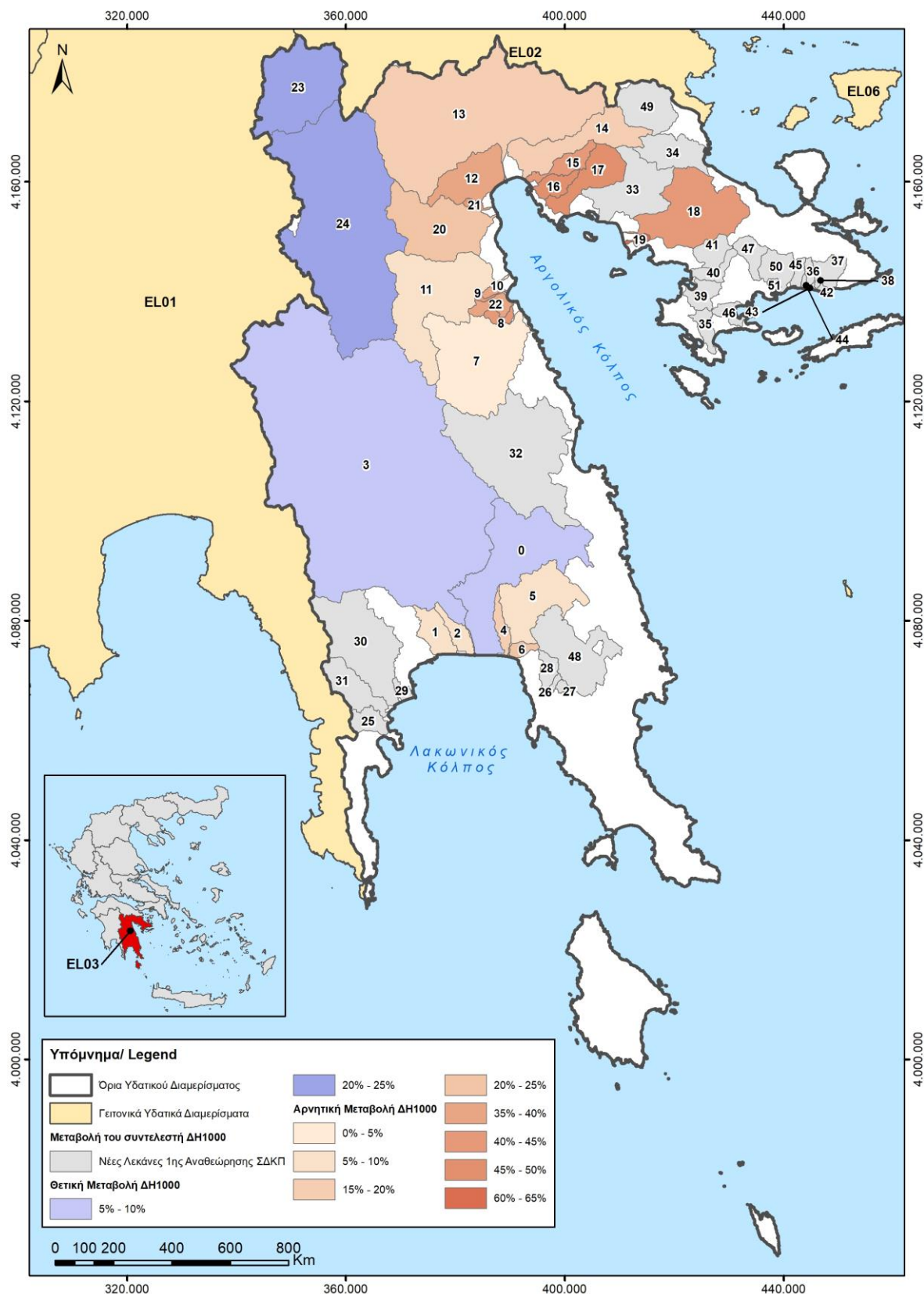
Τέλος οι αύξοντες αριθμοί που εμφανίζονται σε κάθε λεκάνη απορροής στα σχήματα που ακολουθούν έρχονται σε πλήρη αντιστοίχιση με τους α/α στον αντίστοιχο πίνακα (Πίνακας 4.6) που έπεται.



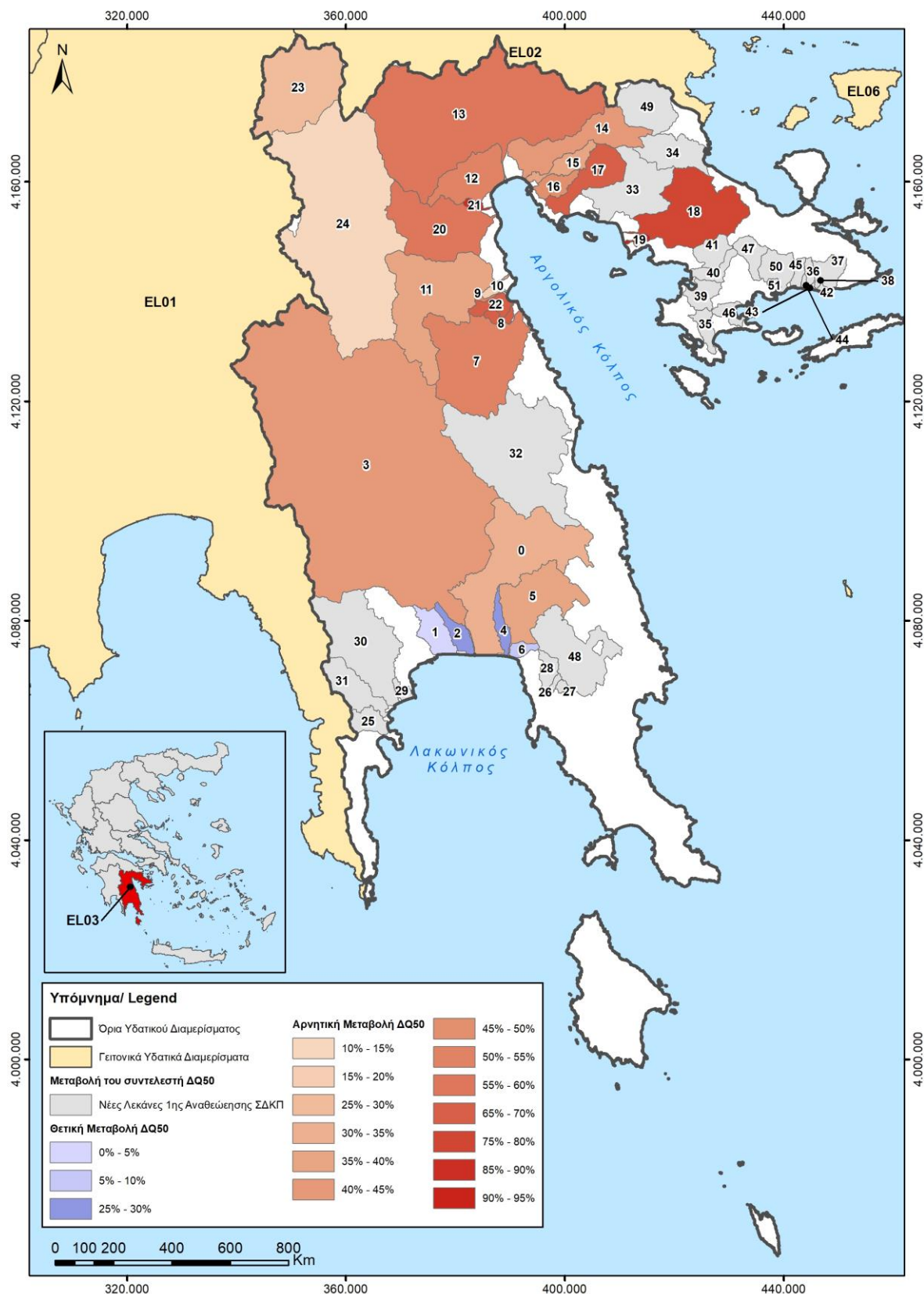
Σχήμα 4.12: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη



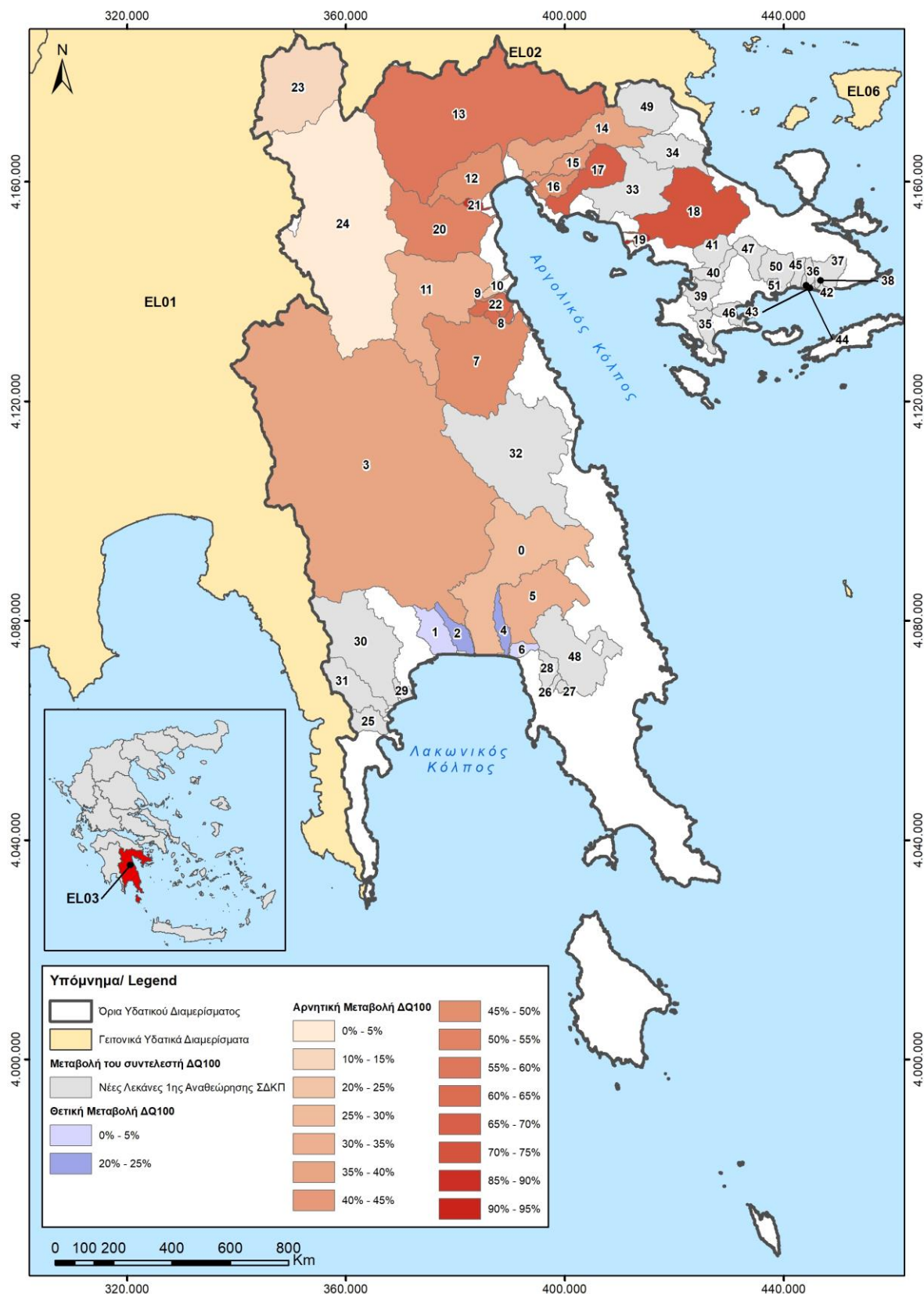
Σχήμα 4.13: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη



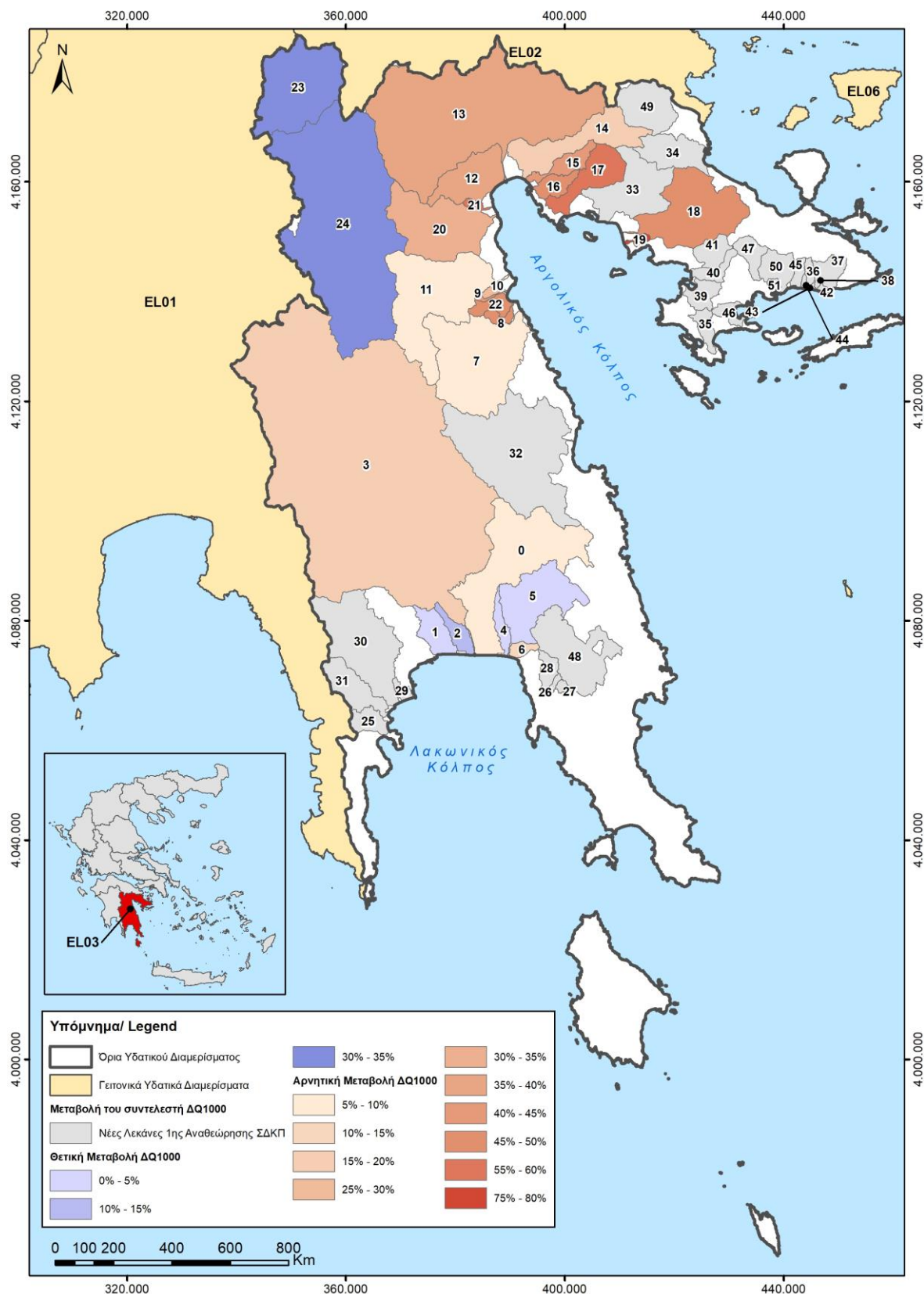
Σχήμα 4.14: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη



Σχήμα 4.15: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη



Σχήμα 4.16: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη



Σχήμα 4.17: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.6) παρουσιάζονται ως ποσοστιαίες μεταβολές η σύγκριση των υψών βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) και των παροχών αιχμής (ΔQ) σε σχέση με τα αποτελέσματα του 1^{ου} κύκλου του ΣΔΚΠ όπου οι λεκάνες απορροής ήταν ίδιες ή με ελάχιστες γεωμετρικές μεταβολές.

Πίνακας 4.6: Σύγκριση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50,100 και 1000 έτη σε επίπεδο λεκανών απορροής

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
1	EL0331FR0007	Μαριόρεμα P.	1.0%	2.8%	8.5%	-32.5%	-27.8%	-7.8%
2	EL0333FR00F15	Λαγκάδια P.	-7.1%	-7.4%	-9.0%	2.7%	1.8%	3.6%
3	EL0333FR00F14	Βασιλοπόταμος P.	-6.9%	-7.4%	-9.4%	25.7%	21.2%	14.7%
4	EL0333FR0002	Ευρώτας Π.	-2.8%	-1.0%	5.1%	-41.7%	-38.2%	-19.5%
5	EL0331FR00F13	Στραβόρεμα P.	-16.1%	-16.6%	-18.2%	29.4%	21.1%	3.8%
6	EL0331FR00F12	Κορακοφωλιά P.	-10.0%	-9.0%	-6.2%	-38.3%	-32.5%	0.2%
7	EL0331FR00F11	Λαγκάδα P.	-20.0%	-20.2%	-21.2%	7.7%	3.0%	-10.3%
8	EL0331FR0015	Βρασιάτης P.	-12.5%	-10.1%	-1.4%	-53.9%	-46.2%	-6.5%
9	EL0331FR00F10	Όρμος Άστρους1#	-38.8%	-39.7%	-41.8%	-66.3%	-63.6%	-47.1%
10	EL0331FR00F16	Σκατιάς P.	-37.7%	-38.8%	-41.6%	-53.0%	-53.1%	-43.9%
11	EL0331FR00F8	Όρμος Άστρους2#	-36.3%	-37.3%	-39.9%	-17.3%	-21.9%	-27.9%
12	EL0331FR0019	Τάνος Π.	-16.0%	-14.5%	-8.5%	-38.1%	-33.4%	-9.2%
13	EL0331FR00F6	Ερασίνος Π.	-34.9%	-35.6%	-37.3%	-51.3%	-49.8%	-39.2%
14	EL0331FR0002	Ίναχος Π.	-21.2%	-20.9%	-19.9%	-58.6%	-55.6%	-39.9%
15	EL0331FR00F5	Ξεριάς P.	-24.5%	-23.4%	-19.7%	-42.8%	-38.8%	-17.9%
16	EL0331FR00F4	Μεγάλο P.	-40.7%	-41.4%	-43.1%	-38.1%	-40.1%	-41.5%
17	EL0331FR00F3	Άρια#	-42.4%	-43.1%	-45.3%	-46.8%	-48.2%	-47.7%
18	EL0331FR00F2	Δαφνόρρεμα	-45.2%	-45.6%	-46.8%	-68.3%	-66.5%	-55.8%
19	EL0331FR0033	Ράδος Π.	-42.0%	-42.4%	-43.8%	-76.7%	-73.0%	-49.3%
20	EL0331FR00F1	Ίρια#	-62.3%	-62.8%	-64.4%	-92.0%	-90.2%	-79.0%
21	EL0331FR0023	Ξοβριό P.	-24.3%	-23.9%	-21.9%	-56.3%	-51.0%	-33.5%
22	EL0331FR00F7	Κουτουζαίικα#	-37.3%	-38.2%	-40.7%	-89.3%	-85.3%	-60.1%
23	EL0331FR00F9	Πλακούλα P.	-34.3%	-35.0%	-36.3%	-66.3%	-63.1%	-46.2%
24	EL0330FR00F17	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	-2.0%	3.0%	21.5%	-25.3%	-14.8%	33.6%
25	EL0330FR00F16	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	3.0%	6.7%	20.3%	-12.1%	-4.4%	30.6%
26	EL0333FR00F42	Δίχοβας P.	-	-	-	-	-	-
27	EL0331FR00F38	Ασωπός B.2#	-	-	-	-	-	-
28	EL0331FR00F37	Ασωπός B.1#	-	-	-	-	-	-
29	EL0331FR00F39	Ποταμιά P.	-	-	-	-	-	-
30	EL0333FR00F40	Μαυροβούνιον#	-	-	-	-	-	-
31	EL0333FR0003	Πλατύς Π.	-	-	-	-	-	-
32	EL0333FR00F41	Τουρκόβρυσης P.	-	-	-	-	-	-
33	EL0331FR0011	Δαφνών P.	-	-	-	-	-	-
34	EL0331FR00F33	Γιαννακάκη P.	-	-	-	-	-	-
35	EL0331FR00F34	Παλαιά Επίδαυρος#	-	-	-	-	-	-

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
36	EL0331FR00F29	Βαθύ Ρ.	-	-	-	-	-	-
37	EL0331FR00F22	Σαμπάριζας Ρ.	-	-	-	-	-	-
38	EL0331FR00F18	Βαρελά Ρ.	-	-	-	-	-	-
39	EL0331FR00F20	Σωληνάριον#	-	-	-	-	-	-
40	EL0331FR00F30	Όρμος Κοιλιάδος#	-	-	-	-	-	-
41	EL0331FR00F31	Φούρνοι#	-	-	-	-	-	-
42	EL0331FR00F32	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	-	-	-	-	-	-
43	EL0331FR00F19	Μετόχιον#	-	-	-	-	-	-
44	EL0331FR00F21	Πηγάδια#	-	-	-	-	-	-
45	EL0331FR00F23	Αγ. Αικατερίνη#	-	-	-	-	-	-
46	EL0331FR00F24	Πλεπίου Ρ.	-	-	-	-	-	-
47	EL0331FR00F28	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	-	-	-	-	-	-
48	EL0331FR00F27	Ρεματάκι	-	-	-	-	-	-
49	EL0331FR00F36	Χειλόρρεμα	-	-	-	-	-	-
50	EL0331FR00F35	Τζαμί Ρ.	-	-	-	-	-	-
51	EL0331FR00F25	Ρόρου Ρ.	-	-	-	-	-	-
52	EL0331FR00F26	Λ. Θερμυσίας#	-	-	-	-	-	-

* Στον παραπάνω πίνακα όπου υπάρχει «-» σημαίνει ότι δεν υπάρχει αντίστοιχη λεκάνη στον 1ο κύκλο των ΣΔΚΠ ή έχει μεγάλες γεωμετρικές μεταβολές

4.5.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων βροχής και παροχής αιχμής σε επίπεδο υπολεκανών απορροής

Στα επόμενα σχήματα και στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζεται η σύγκριση των υψών βροχής σχεδιασμού και των παροχών αιχμής στον παρόντα κύκλο των ΣΔΚΠ ανά υπολεκάνη απορροής σε σχέση με εκείνα που είχαν χρησιμοποιηθεί στον 1ο κύκλο των ΣΔΚΠ.

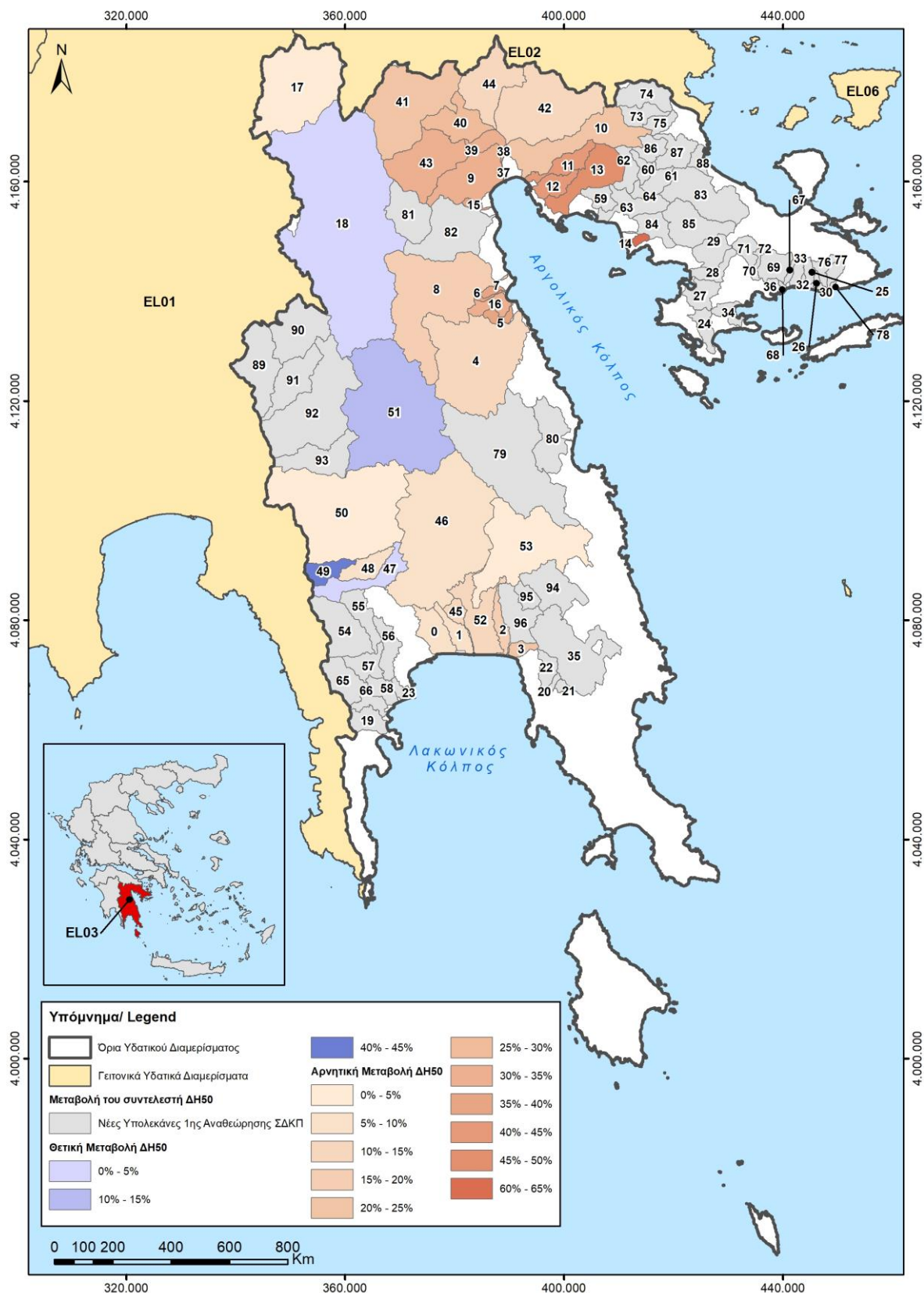
Οι συγκρίσεις αυτές στις βροχές και στις παροχές γίνονται:

- Για περιόδους επαναφοράς $T=50, 100$ και 1000 ετών
- Για μέσες συνθήκες αρχικής υγρασίας ήτοι CN_{II}
- Για διάρκειες βροχόπτωσης ίσες με εκείνες που υπολογίστηκαν στον παρόντα διαχειριστικό κύκλο έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα

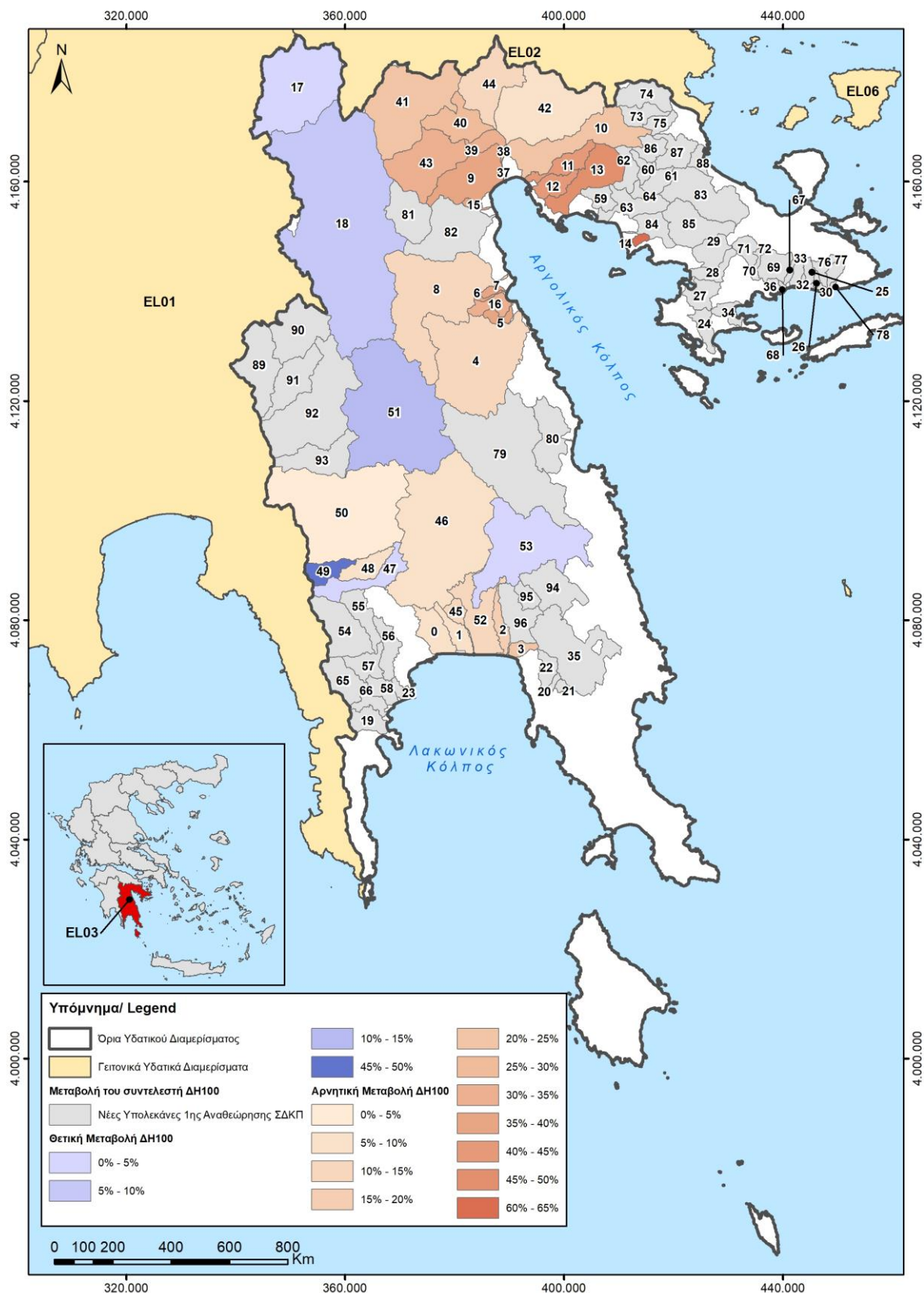
Στη συνέχεια ακολουθούν σχηματικές απεικονίσεις με τη σύγκριση των υψών βροχής και παροχής αιχμής σε επίπεδο υπολεκάνης απορροής για περιόδους επαναφοράς $T=50, 100$ και 1000 έτη στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03). Η σύγκριση γίνεται με τις αντίστοιχες βροχές και παροχές του 1ου κύκλου του ΣΔΚΠ και για τις ίδιες διάρκειες βροχόπτωσης.

Επισημαίνεται ότι η παρουσίαση τόσο για την βροχή όσο και για την παροχή γίνεται χωρικά, σε χάρτη του ΥΔ, με χρωματική κλίμακα που αντιπροσωπεύει την % αλλαγή, σε διαβαθμίσεις μεταβαλλόμενης χρωματικής παλέτας που κυμαίνεται από κόκκινο χρώμα για αρνητική μεταβολή δηλαδή για σχετική μείωση του μεγέθους $<-50\%$ έως μπλε χρώμα για θετική μεταβολή δηλαδή για σχετική αύξηση του μεγέθους $> +50\%$. Σε περίπτωση όπου οι υπολεκάνες απορροής είναι νέες και δεν υπήρχαν στον 1ο κύκλο των ΣΔΚΠ τότε εμφανίζονται με γκρι χρώμα δεδομένου ότι δεν υπάρχει πεδίο σύγκρισης.

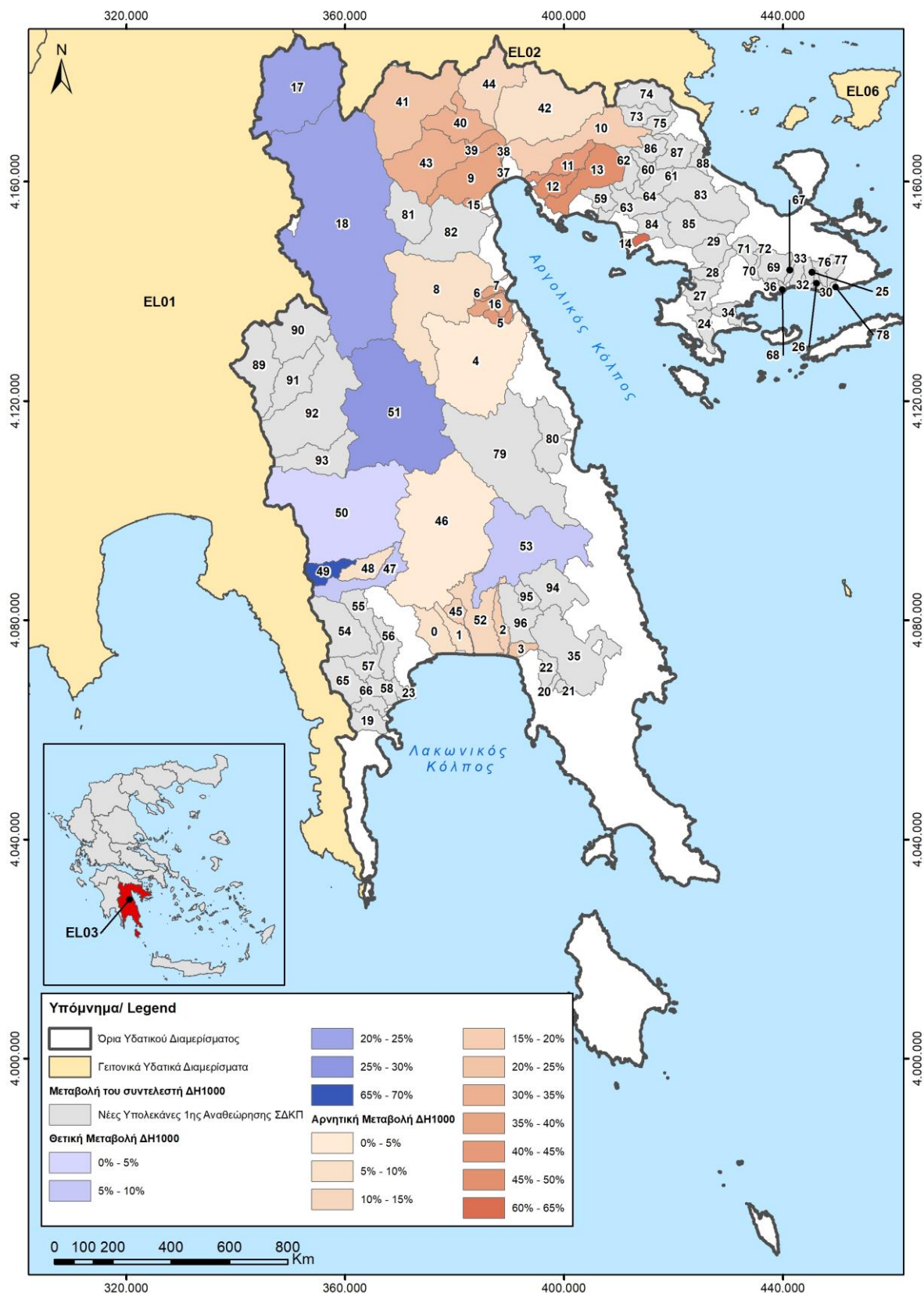
Στη συνέχεια γίνεται η αντίστοιχη σύγκριση των βροχών και των παροχών σε επίπεδο υπολεκανών απορροής που υπολογίστηκαν στον παρόντα διαχειριστικό κύκλο των ΣΔΚΠ σε σχέση με τα αντίστοιχα μεγέθη που είχαν υπολογιστεί στο 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ. Όπως και στις λεκάνες έτσι και στις υπολεκάνες απορροής οι αύξοντες αριθμοί που εμφανίζονται στα σχήματα που ακολουθούν έρχονται σε πλήρη αντιστοίχιση με τους α/α που παρουσιάζονται στον αντίστοιχο πίνακα (Πίνακας 4.7) που έπεται.



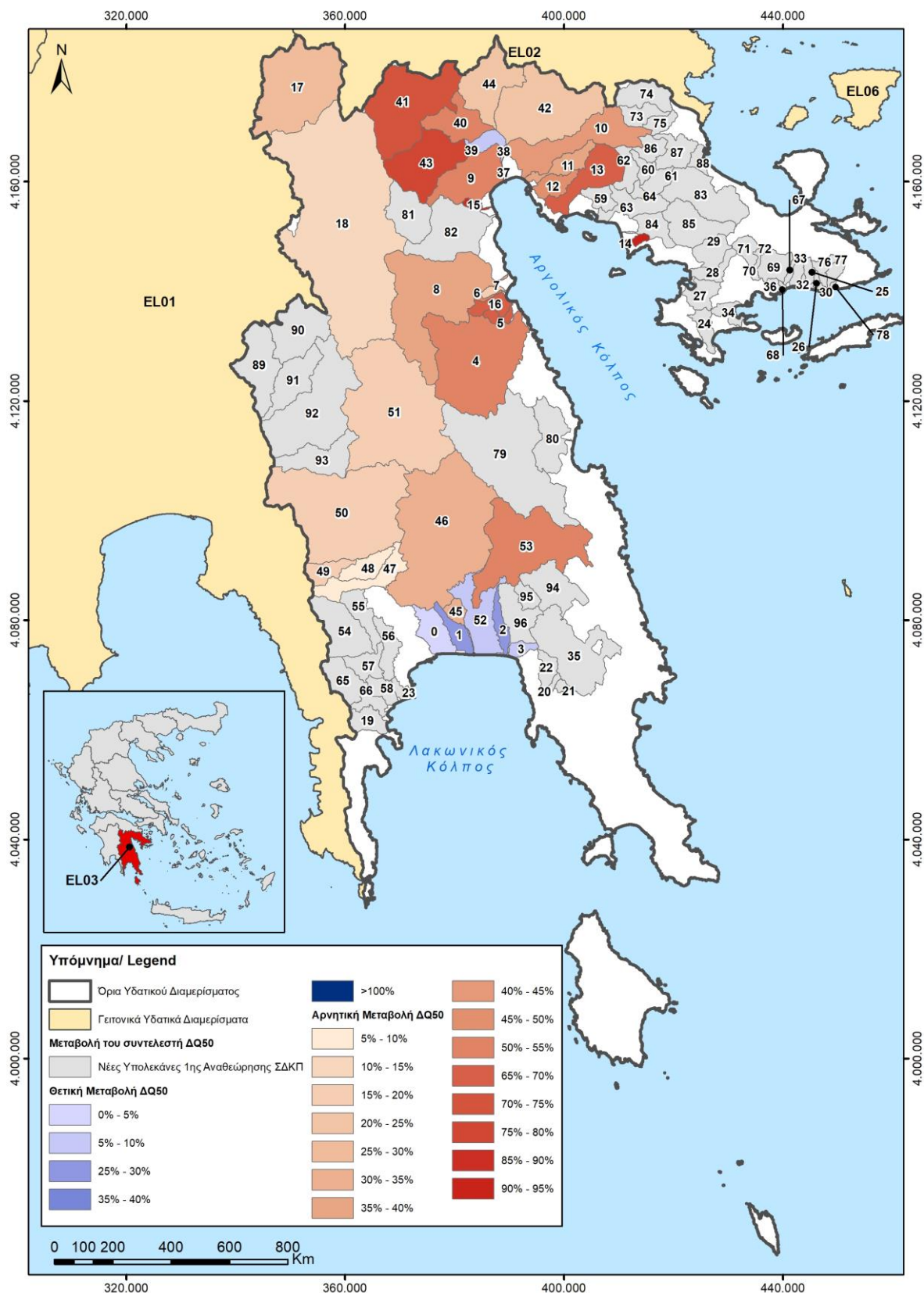
Σχήμα 4.18: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη



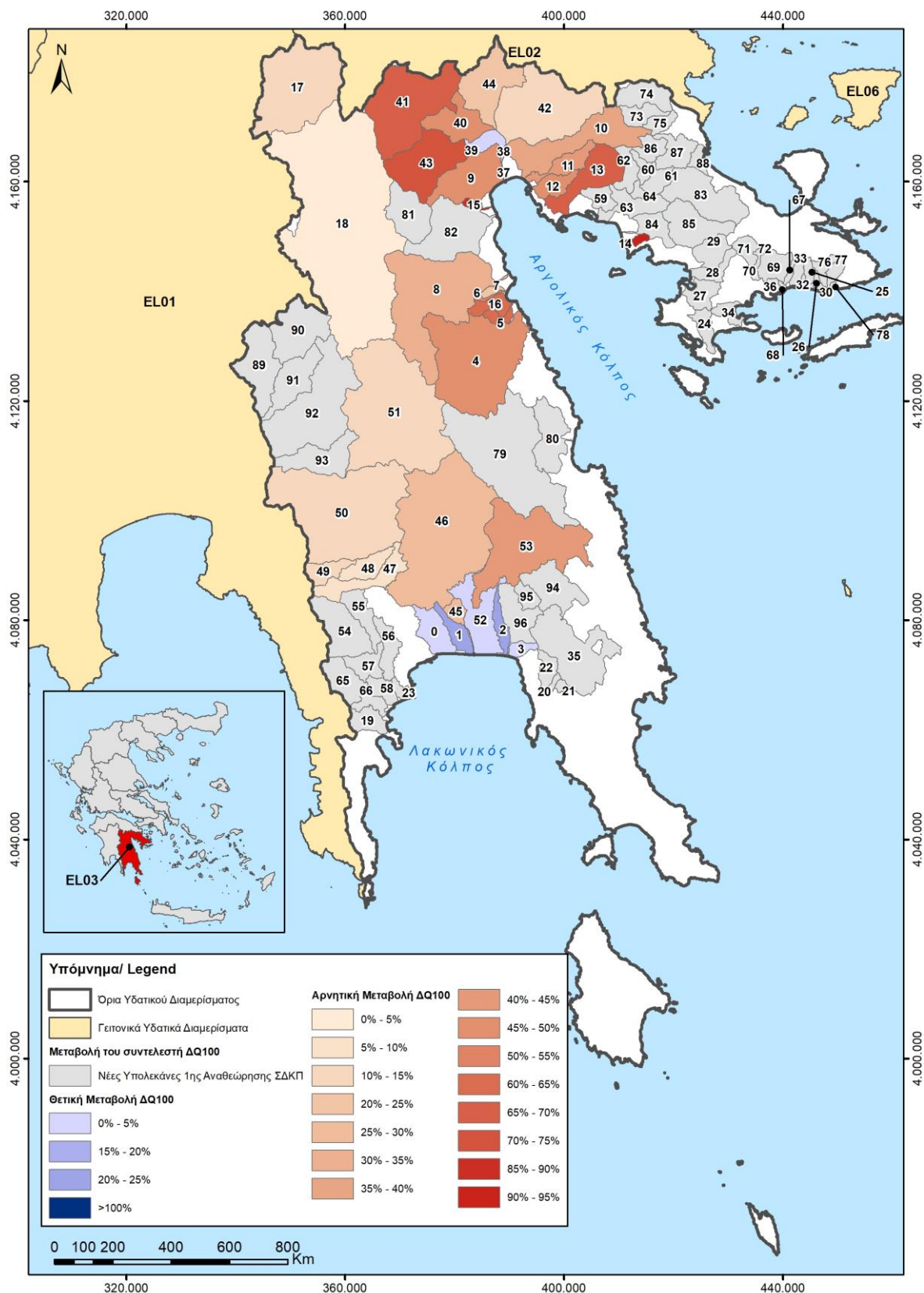
Σχήμα 4.19: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη



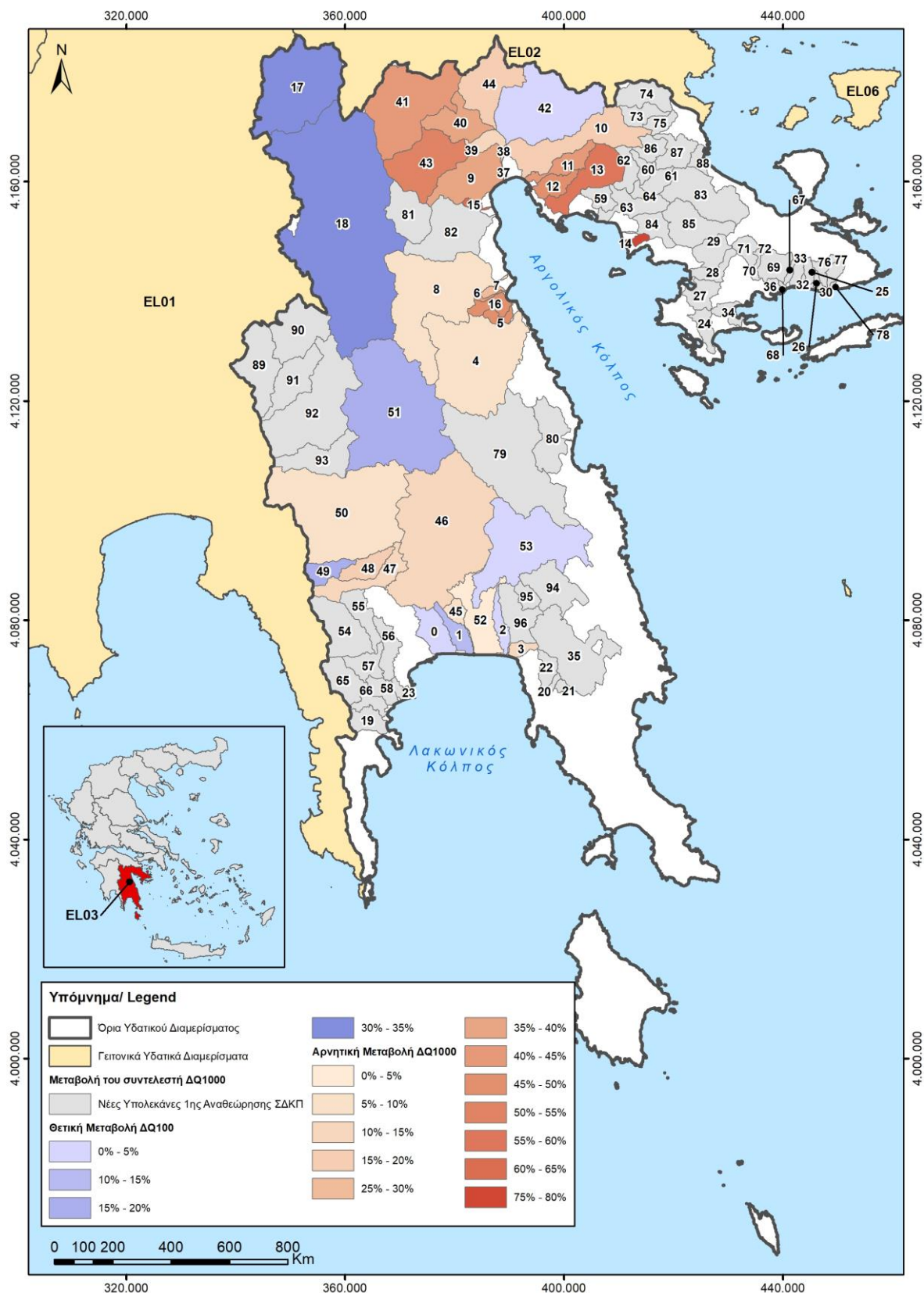
Σχήμα 4.20: Σύγκριση βροχών σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη



Σχήμα 4.21: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=50έτη



Σχήμα 4.22: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=100έτη



Σχήμα 4.23: Σύγκριση παροχών αιχμής σε επίπεδο λεκανών απορροής για T=1000έτη

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.7) παρουσιάζονται ως ποσοστιαίες μεταβολές η σύγκριση των υψών βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) και των παροχών αιχμής (ΔQ) σε σχέση με τα αποτελέσματα του 1^{ου} κύκλου του ΣΔΚΠ όπου οι λεκάνες απορροής ήταν ίδιες ή με ελάχιστες γεωμετρικές μεταβολές σε σχέση με τον 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ.

Πίνακας 4.7: Σύγκριση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50, 100 και 1000 έτη σε επίπεδο υπολεκανών απορροής

A/A	Κωδικός υπολεκ.	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
1	EL0330FR00F1601	Κλ. Λεκάνη Τρίπολης	3.0%	6.7%	20.3%	-12.1%	-4.4%	30.6%
2	EL0330FR00F1701	Κλ. Λεκάνη Ορχομενού	-2.0%	3.0%	21.5%	-25.3%	-14.8%	33.6%
3	EL0331FR00F1001	Όρμος Άστρους1#	-38.8%	-39.7%	-41.8%	-66.3%	-63.6%	-47.1%
4	EL0331FR00F101	Ίρια#	-62.3%	-62.8%	-64.4%	-92.0%	-90.2%	-79.0%
5	EL0331FR00F1101	Λαγκάδα Ρ.	-20.0%	-20.2%	-21.2%	7.7%	3.0%	-10.3%
6	EL0331FR00F1201	Κορακοφωλιά ρ. κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
7	EL0331FR00F1202	Κλ. υπολεκάνη Απιδέας, ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	-	-	-	-	-	-
8	EL0331FR00F1203	Κλ. υπολεκάνη Νιάτων, ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	-	-	-	-	-	-
9	EL0331FR00F1301	Στραβόρεμα Ρ.	-16.1%	-16.6%	-18.2%	29.4%	21.1%	3.8%
10	EL0331FR00F1601	Σκατιάς Ρ.	-37.7%	-38.8%	-41.6%	-53.0%	-53.1%	-43.9%
11	EL0331FR00F1801	Βαρελά ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με Μυλόρρεμα έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
12	EL0331FR00F1802	Βαρελά ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με Μυλόρρεμα	-	-	-	-	-	-
13	EL0331FR00F1811	Μυλόρρεμα	-	-	-	-	-	-
14	EL0331FR00F1901	Μετόχιον#	-	-	-	-	-	-
15	EL0331FR00F2001	Σωληνάριον#	-	-	-	-	-	-
16	EL0331FR00F201	Δαφνόρρεμα	-45.2%	-45.6%	-46.8%	-68.3%	-66.5%	-55.8%
17	EL0331FR00F2101	Πηγάδια#	-	-	-	-	-	-
18	EL0331FR00F2201	Σαμπάριζας Ρ.	-	-	-	-	-	-
19	EL0331FR00F2301	Αγ. Αικατερίνη#	-	-	-	-	-	-
20	EL0331FR00F2401	Πλεπίου Ρ.	-	-	-	-	-	-

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός υπολεκ.	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
21	EL0331FR00F2501	Ρόρου ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Τουτούνη έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
22	EL0331FR00F2502	Ρόρου ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Τουτούνη	-	-	-	-	-	-
23	EL0331FR00F2511	Τουτούνη ρ.	-	-	-	-	-	-
24	EL0331FR00F2601	Λ. Θερμυσίας#	-	-	-	-	-	-
25	EL0331FR00F2701	Ρεματάκι κατάντη τμήμα από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
26	EL0331FR00F2702	Ρεματάκι ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008	-	-	-	-	-	-
27	EL0331FR00F2711	Συμβάλλον κλάδος στο ρ. Ρεματάκι που διέρχεται από το Ηλιόκαστρον	-	-	-	-	-	-
28	EL0331FR00F2801	Όρμος Κάπαρι (Ποτόκια)#	-	-	-	-	-	-
29	EL0331FR00F2901	Βαθύ Ρ.	-	-	-	-	-	-
30	EL0331FR00F3001	Όρμος Κοιλάδος#	-	-	-	-	-	-
31	EL0331FR00F301	Άρια#	-42.4%	-43.1%	-45.3%	-46.8%	-48.2%	-47.7%
32	EL0331FR00F3101	Φούρνοι#	-	-	-	-	-	-
33	EL0331FR00F3201	Κλ. Λεκάνη Διδύμων	-	-	-	-	-	-
34	EL0331FR00F3301	Γιαννακάκη Ρ. από συμβολή ρεμάτων Κοκκινόβραχος και Λιοφάτες έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
35	EL0331FR00F3302	Λιοφάτες Ρ.	-	-	-	-	-	-
36	EL0331FR00F3303	Κοδέλες Ρ.	-	-	-	-	-	-
37	EL0331FR00F3311	Γιαννακάκη Ρ. συμβάλλον κλάδος από Αγ. Αντώνιο	-	-	-	-	-	-
38	EL0331FR00F3312	Κοκκινόβραχος Ρ.	-	-	-	-	-	-
39	EL0331FR00F3321	Αυλού Ρ.	-	-	-	-	-	-
40	EL0331FR00F3401	Κατάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSFR008 από οικισμό Επάνω Επιδαύρου έως εκβολή στον όρμο Αγ. Βλάση	-	-	-	-	-	-

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός υπολεκ.	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
41	EL0331FR00F3402	Ενδιάμεσο τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 από συμβολή ρ. Φραγκολαγκάδα έως οικισμό Επάνω Επιδαύρου	-	-	-	-	-	-
42	EL0331FR00F3403	Μαργέρη ρ. ανάντη τμήμα ΖΔΥΚΠ EL03APSF008 (Χρυσοσπηλιώτισσα)	-	-	-	-	-	-
43	EL0331FR00F3501	Τζαμί ρ. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
44	EL0331FR00F3502	Τζαμί ρ. ανάντη τμήμα έως συμβολή με ρ. Δαιμονοστάσι	-	-	-	-	-	-
45	EL0331FR00F3511	Δαιμονοστάσι Ρ.	-	-	-	-	-	-
46	EL0331FR00F3601	Χειλόρρεμα	-	-	-	-	-	-
47	EL0331FR00F3701	Ασωπός Β.1#	-	-	-	-	-	-
48	EL0331FR00F3801	Ασωπός Β.2#	-	-	-	-	-	-
49	EL0331FR00F3901	Ποταμιά Ρ.	-	-	-	-	-	-
50	EL0331FR00F401	Μεγάλο Ρ.	-40.7%	-41.4%	-43.1%	-38.1%	-40.1%	-41.5%
51	EL0331FR00F501	Ξεριάς Ρ.	-24.5%	-23.4%	-19.7%	-42.8%	-38.8%	-17.9%
52	EL0331FR00F601	Ερασίνο Ρ.	-34.9%	-35.6%	-37.3%	-51.3%	-49.8%	-39.2%
53	EL0331FR00F701	Κουτουζαίικα#	-37.3%	-38.2%	-40.7%	-89.3%	-85.3%	-60.1%
54	EL0331FR00F801	Όρμος Άστρους2#	-36.3%	-37.3%	-39.9%	-17.3%	-21.9%	-27.9%
55	EL0331FR00F901	Πλακούλα Ρ.	-34.3%	-35.0%	-36.3%	-66.3%	-63.1%	-46.2%
56	EL0331FR000201	Ίναχος π. εκβολή	-38.4%	-39.1%	-41.1%	35.7%	19.6%	-11.2%
57	EL0331FR000202	Κενο GR311478502	-31.8%	-32.4%	-34.4%	212.5%	139.9%	31.7%
58	EL0331FR000203	Ξεριάς π. από είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με π. Ίναχο	-32.5%	-33.1%	-35.0%	8.0%	0.4%	-11.8%
59	EL0331FR000204	Ίναχος π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSF006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	-27.7%	-28.3%	-30.1%	-51.1%	-49.6%	-39.0%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός υπολεκ.	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
60	EL0331FR000205	Ίναχος π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως συμβολή με ρ. Δερβένι	-23.1%	-23.0%	-22.5%	-70.6%	-66.3%	-43.7%
61	EL0331FR000221	Ξεριάς (Μπερμποσιώτης) Ρ.	-11.3%	-9.9%	-5.2%	-23.3%	-19.7%	1.6%
62	EL0331FR000231	Ξεριάς π. ανάντη τμήμα έως είσοδο στην ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	-31.2%	-31.3%	-31.4%	-75.4%	-71.5%	-51.9%
63	EL0331FR000241	Δερβένι Ρ.	-13.3%	-13.1%	-13.2%	-24.9%	-24.2%	-16.7%
64	EL0331FR000701	Μαριόρεμα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	-11.1%	-11.7%	-13.5%	6.1%	2.4%	-4.0%
65	EL0331FR000702	Μαριόρεμα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	-1.6%	1.0%	9.5%	-50.6%	-42.2%	0.4%
66	EL0331FR001101	Δαφνών ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003 έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
67	EL0331FR001102	Δαφνών ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR003	-	-	-	-	-	-
68	EL0331FR001501	Βρασιάτης Ρ.	-12.5%	-10.1%	-1.4%	-53.9%	-46.2%	-6.5%
69	EL0331FR001901	Τάνος Π.	-16.0%	-14.5%	-8.5%	-38.1%	-33.4%	-9.2%
70	EL0331FR002301	Ξοβριό ρ. από ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006 έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
71	EL0331FR002302	Ξοβριό ρ. ανάντη τμήμα έως και ΖΔΥΚΠ EL03APSFR006	-	-	-	-	-	-
72	EL0331FR003301	Ράδος π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004 έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
73	EL0331FR003302	Ράδος π. ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο τμημάτων της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	-	-	-	-	-	-
74	EL0331FR003303	Ράδος π. ανάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR004	-	-	-	-	-	-
75	EL0333FR00F1401	Βασιλοπόταμος Ρ.	-6.9%	-7.4%	-9.4%	25.7%	21.2%	14.7%
76	EL0333FR00F1501	Λαγκάδια Ρ.	-7.1%	-7.4%	-9.0%	2.7%	1.8%	3.6%
77	EL0333FR00F4001	Μαυροβούνιον#	-	-	-	-	-	-

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός υπολεκ.	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
78	EL0333FR00F4101	Τουρκόβρυσης ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
79	EL0333FR00F4102	Τουρκόβρυσης ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	-	-	-	-	-	-
80	EL0333FR00F4201	Δίχοβας Ρ.	-	-	-	-	-	-
81	EL0333FR000201	Ευρώτας π. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001 έως εκβολή	-12.8%	-13.3%	-15.1%	-30.6%	-27.1%	-9.7%
82	EL0333FR000202	Ευρώτας Π. από συμβολή ρ. Ρασίνα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR001	-6.2%	-5.3%	-2.2%	-32.6%	-29.5%	-13.8%
83	EL0333FR000203	Ευρώτας Π. από συμβολή π. Οινούς. έως συμβολή με ρ. Ρασίνα	-3.7%	-2.3%	2.1%	-15.6%	-14.2%	-5.5%
84	EL0333FR000204	Ευρώτας π. από είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με π. Οινούς	-	-	-	-	-	-
85	EL0333FR000205	Ευρώτας π. ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 (περιοχή Πελλάνας) έως είσοδο στο κατάντη τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	-	-	-	-	-	-
86	EL0333FR000206	Ευρώτας π. από συμβολή με ρ. Λαγκάδα έως είσοδο στο ενδιάμεσο τμήμα της ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	-	-	-	-	-	-
87	EL0333FR000207	Λαγκάδα ρ.	-	-	-	-	-	-
88	EL0333FR000221	Γερακάρη ρ.	4.1%	4.7%	6.5%	-7.5%	-8.5%	-10.3%
89	EL0333FR000222	Ρασίνα ρ. από είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002 έως συμβολή με ρ. Γερακάρη	-7.5%	-7.6%	-8.0%	-7.4%	-9.8%	-16.6%
90	EL0333FR000223	Ρασίνα ρ. ανάντη τμήμα έως είσοδο στη ΖΔΥΚΠ EL03APSFR002	40.7%	47.3%	69.6%	-18.6%	-11.7%	18.1%
91	EL0333FR000231	Οινους Π.	10.7%	14.5%	28.4%	-19.9%	-13.2%	17.3%
92	EL0333FR000261	Ευρώτας π. άνω ρους τμήμα έως συμβολή με ρ. Λαγκάδα	-	-	-	-	-	-

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 04

Πλημμυρικά υδρογραφήματα
Τεχνική Έκθεση

A/A	Κωδικός υπολεκ.	Περιγραφή	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
93	EL0333FR000301	Πλατύς π. κατάντη τμήμα από συμβολή με ρ. Παραδείσι έως εκβολή	-	-	-	-	-	-
94	EL0333FR000302	Πλατύς Π. από συμβολή ρεμάτων Βαρδούνιας και Περιβολάκι έως συμβολή με ρ. Παραδείσι	-	-	-	-	-	-
95	EL0333FR000303	Βαρδούνιας ρ.	-	-	-	-	-	-
96	EL0333FR000311	Παραδείσι ρ.	-	-	-	-	-	-
97	EL0333FR000321	Περιβολάκι ρ.	-	-	-	-	-	-

4.5.3 Στατιστικά στοιχεία και σύντομος σχολιασμός μεταβολών

Από τα παραπάνω αποτελέσματα τόσο για τις βροχές όσο και για τις παροχές, προκύπτουν τα κάτωθι στατιστικά στοιχεία που παρουσιάζονται τόσο σε επίπεδο λεκανών όσο και υπολεκανών απορροής. Σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η αξιολόγηση τόσο των θετικών μεταβολών (αύξηση των μεγεθών στον παρόντα διαχειριστικό κύκλο) όσο και των αρνητικών μεταβολών (μείωση των μεγεθών στον παρόντα διαχειριστικό κύκλο) της βροχής και της παροχής αιχμής στις εξής διαβαθμίσεις:

- Μικρή μεταβολή: 0-20%
- Μέτρια μεταβολή: 20-50%
- Μεγάλη μεταβολή >50%

και για όλες τις περιόδους επαναφοράς:

- T=50έτη
- T=100 έτη
- T=1000 έτη

Πίνακας 4.8: Ποσοστά λεκανών απορροής με θετική μεταβολή - αύξηση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50, 100 και 1000

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ						
ΘΕΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
ΜΙΚΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (0 - 20%)	4%	6%	4%	4%	4%	8%
ΜΕΣΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (20 - 50%)	0%	0%	4%	4%	4%	4%
ΜΕΓΑΛΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (>50%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Νέες λεκάνες ή με μεγάλες γεωμετρικές αλλαγές	52%	52%	52%	52%	52%	52%
ΣΥΝΟΛΟ:	56%	58%	60%	60%	60%	63%

Πίνακας 4.9: Ποσοστά λεκανών απορροής με αρνητική μεταβολή - μείωση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50, 100 και 1000

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ						
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
ΜΙΚΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (0 - 20%)	17%	13%	15%	4%	4%	12%
ΜΕΣΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (20 - 50%)	25%	27%	23%	15%	19%	19%
ΜΕΓΑΛΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (>50%)	2%	2%	2%	21%	17%	6%
ΣΥΝΟΛΟ:	44%	42%	40%	40%	40%	37%

Πίνακας 4.10: Ποσοστά υπολεκανών απορροής με θετική μεταβολή - αύξηση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50, 100 και 1000

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ						
ΘΕΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
ΜΙΚΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (0 - 20%)	3%	5%	3%	4%	5%	7%
ΜΕΣΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (20 - 50%)	1%	1%	3%	3%	2%	3%
ΜΕΓΑΛΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (>50%)	0%	0%	1%	1%	1%	0%
Νέες λεκάνες ή με μεγάλες γεωμετρικές αλλαγές	63%	63%	63%	63%	63%	63%
ΣΥΝΟΛΟ:	67%	69%	70%	71%	71%	73%

Πίνακας 4.11: Ποσοστά υπολεκανών απορροής με αρνητική μεταβολή – μείωση παροχών αιχμής (ΔQ) και βροχής σχεδιασμού (ΔΗ) για T=50, 100 και 1000

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ						
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΔΗ 50	ΔΗ 100	ΔΗ 1000	ΔQ 50	ΔQ 100	ΔQ 1000
ΜΙΚΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (0 - 20%)	15%	12%	12%	7%	8%	13%
ΜΕΣΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (20 - 50%)	16%	18%	16%	9%	12%	9%
ΜΕΓΑΛΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (>50%)	1%	1%	1%	12%	8%	4%
	33%	31%	30%	29%	29%	27%

Με βάση και τα παραπάνω αποτελέσματα για την βροχή και την παροχή αιχμής καθώς και με βάση τα στατιστικά στοιχεία προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Βροχές Σχεδιασμού

Με βάση τα αποτελέσματα των βροχών παρατηρείται γενικά ότι:

- για περίοδο επαναφοράς T=50 και 100έτη, οι μεταβολές των βροχών σχεδιασμού είναι μικρές έως μέτριες και ως επί το πλείστον εμφανίζονται αρνητικές μεταβολές δηλαδή πτώση των βροχοπτώσεων στην Αργολίδα, στην περιοχή της Λακωνίας καθώς και τις λεκάνες απορροής των υδατορεμάτων Βρασιάτη και Τάνου. Μικρές αυξητικές τάσεις βροχόπτωσης παρατηρούνται στο οροπέδιο της Τρίπολης καθώς και στις ανάντη υπολεκάνες του π. Ευρώτα.
- Για περίοδο επαναφοράς T=1000έτη, οι μεταβολές των βροχών σχεδιασμού είναι μέτριες και σε κάποιες περιπτώσεις μεγάλες με την ίδια αυξητική ή πτωτική τάση στις ίδιες αναφερόμενες ανωτέρω περιοχές.

Οι μεταβολές των βροχοπτώσεων σχεδιασμού οφείλονται κυρίως:

- Στα νέα και πλέον πρόσφατα βροχομετρικά δεδομένα που συλλέχθηκαν (από το 2015 έως και το 2022)
- Σε βροχομετρικά δεδομένα από φορείς που δεν είχαν συμπεριληφθεί στο 1^ο κύκλο των ΣΔΚΠ όπως το ΕΑΑ

Τα παραπάνω συλλέχθηκαν στο πλαίσιο της εκπόνησης της Τεχνικής Έκθεσης με τίτλο «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/EK στην Ελλάδα)», 2023 που συντάχθηκε από τον Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΕΜΠ. Στην έκθεση αυτή συντάχθηκαν νέες όμβριες καμπύλες με τροποποιημένη μεθοδολογία σε σχέση με την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών που έγινε στον 1^ο διαχειριστικό κύκλο των ΣΔΚΠ.

Παροχές αιχμής

Με βάση τα αποτελέσματα των παροχών αιχμής παρατηρείται γενικά ότι:

- για περίοδο επαναφοράς T=50, 100 και 1000 έτη, οι μεταβολές των παροχών είναι μικρές έως και μεγάλες κατά κανόνα αρνητικές (μειωμένες σε σχέση με τον 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ) στο μεγαλύτερο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (EL03). Λίγο αυξημένες παροχές εμφανίζονται κυρίως σε υπολεκάνες/λεκάνες περιξ της εκβολής του π. Ευρώτα στην Λακωνία

Οι μεταβολές των παροχών αιχμής οφείλονται κυρίως:

- Στην μεταβολή των βροχών σχεδιασμού που αναλύθηκε ανωτέρω. Ενδεικτικά για $T=1000$ έτη οι μεταβολές των παροχών αιχμής ακολουθούν εντελώς αντίστοιχα τις μεταβολές των βροχών σχεδιασμού
- Στις μεταβολές του CN σε σχέση με τον 1ο διαχειριστικό κύκλο. Τα δεδομένα CN έχουν λάβει υπόψη τους τα πλέον πρόσφατα ψηφιακά δεδομένα χρήσεων γης του Corine Land Cover. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για $T=50$ έτη οι μεταβολές των παροχών αιχμής ακολουθούν αντίστοιχα τις μεταβολές του CN του παρόντα διαχειριστικού κύκλου σε σχέση με εκείνες του 1^{ου} ΣΔΚΠ.

Στην μεταβολή των χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής εξαιτίας πρόσφατων πυρκαγιών όπως έχει διεξοδικά αναλυθεί τόσο στο Παραδοτέο 2 όσο και στην παράγραφο 3.4.2 της παρούσης.

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ARHONDITSIS, G., GIOURGA, C., LOUMOU, A., & KOULOURI, M. (2002). Quantitative Assessment of Agricultural Runoff and Soil Erosion Using Mathematical Modeling: Applications in the Mediterranean Region. New York Inc.: Springer-Verlag.

Burrough, P.A., McDonnell, R.A., 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, New York.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill.

Collier, C., & Hardaker, P. J. (1996). Estimating probable maximum precipitation using a storm model approach. Journal of Hydrology.

COSTASCHE, R. (2014). USING GIS TECHNIQUES FOR ASSESSING LAG TIME AND CONCENTRATION TIME IN SMALL RIVER BASINS. CASE STUDY: PECINEAGA RIVER BASIN, ROMANIA. Bucharest: University of Bucharest, Faculty of Geography.

Craven, P. and Wahba, G., 1978. Smoothing noisy data with spline functions. Numerische Mathematik, 31(4), 377–403. doi:10.1007/BF01404567

Dimitriadis, P., Koutsoyiannis, D., Iliopoulou, T. and Papanicolaou, P., 2021. A global-scale investigation of stochastic similarities in marginal distribution and dependence structure of key hydrological-cycle processes. Hydrology, 8(2), p.59.

Dingman, S. (1994). Physical Hydrology. New Jersey.: Prentice Hall.

Efstratiadis, A., Koussis, A. D., Koutsoyiannis, D., & Mamasis, N. (2014). Flood design recipes vs reality : can predictions for ungauged basins be trusted. Natural Hazards and Earth System Sciences.

Guo, R. and Montanari, A., 2022. Historical rainfall data in Northern Italy predict larger meteorological drought hazard than climate projections, EGUSphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-1058>.

Hengl, T., 2006. Finding the right pixel size. Computers & Geosciences, 32(9), pp.1283-1298.

Hershfield, D.M. and Wilson, W.T., 1957. Generalizing of rainfall-intensity-frequency data. AIHS. Gen. Ass. Toronto, 1, pp.499-506.

Huffman, G.J., E.F. Stocker, D.T. Bolvin, E.J. Nelkin, Jackson Tan (2019), GPM IMERG Final Precipitation L3 Half Hourly 0.1 degree x 0.1 degree V06, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), 10.5067/GPM/IMERG/3B-HH/06

Hurst, H.E., 1951. Long term storage capacities of reservoirs. Trans. Am. Soc. Civil Eng., 116, 776–808

Iliopoulou, T. and D. Koutsoyiannis, A parsimonious approach for regional design rainfall estimation: the case study of Athens, Proceedings of 7th IAHR Europe Congress "Innovative Water Management in a Changing Climate", Athens, International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), 2022.

Iliopoulou, T. and Koutsoyiannis, D., 2019. Revealing hidden persistence in maximum rainfall records. *Hydrological Sciences Journal*, 64(14), pp.1673-1689.

Iliopoulou, T. and Koutsoyiannis, D., 2020. Projecting the future of rainfall extremes: better classic than trendy,

Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., ... Yiou, P. (2013). EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 14(2), 563–578. doi:10.1007/s10113-013-0499-2 *Journal of Hydrology*, 588, doi:10.1016/j.jhydrol.2020.125005.

Iliopoulou, T., Malamos, N. and Koutsoyiannis, D., 2022. Regional ombrian curves: design rainfall estimation for a spatially diverse rainfall regime. *Hydrology*, 9(5), p.67.

Iliopoulou, T., Papalexiou, S.M., Markonis, Y. and Koutsoyiannis, D., 2018. Revisiting long-range dependence in annual precipitation. *Journal of Hydrology*, 556, pp.891-900.

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani,

S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

Islam, M.A., Yu, B. and Cartwright, N., 2020. Assessment and comparison of five satellite precipitation products in Australia. *Journal of Hydrology*, 590, 125474.

Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008. Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>).

Kolmogorov, A.N., 1940. Wiener spirals and some other interesting curves in a Hilbert space. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 26, 115-118. (English edition: Kolmogorov, A.N., 1991, *Selected Works of A. N. Kolmogorov - Volume 1, Mathematics and Mechanics*, ed. by Tikhomirov, V.M., Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 324-326).

Koutsoyiannis, D. (1994). A stochastic disaggregation method for design storm and flood synthesis. *Journal of Hydrology*.

Koutsoyiannis, D., 1999. A probabilistic view of Hershfield's method for estimating probable maximum precipitation. *Water Resources Research*, 35 (4), 1313–1322, doi:10.1029/1999WR900002.

Koutsoyiannis, D., 2004a. Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 1, Theoretical investigation,

Hydrological Sciences Journal, 49 (4), 575–590.

Koutsoyiannis, D., 2004b. Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 2, Empirical investigation of long rainfall records, *Hydrological Sciences Journal*, 49 (4), 591–610.

- Koutsoyiannis, D., 2006. An entropic-stochastic representation of rainfall intermittency: The origin of clustering and persistence, *Water Resources Research*, 42 (1), W01401, doi:10.1029/2005WR004175.
- Koutsoyiannis, D., 2013. Hydrology and Change, *Hydrological Sciences Journal*, 58 (6), 1177–1197, doi:10.1080/02626667.2013.804626.
- Koutsoyiannis, D., 2019. Knowable moments for high-order stochastic characterization and modelling of hydrological processes. *Hydrological Sciences Journal*, 64(1), pp.19-33.
- Koutsoyiannis, D., 2020. Revisiting the global hydrological cycle: is it intensifying?. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(8), pp.3899-3932.
- Koutsoyiannis, D., 2021. Rethinking climate, climate change, and their relationship with water, *Water*, 13 (6), 849, doi:10.3390/w13060849.
- Koutsoyiannis, D., 2022. Stochastics of Hydroclimatic Extremes - A Cool Look at Risk, Edition 2, ISBN: 978-618- 85370-0-2, 346 pages, doi:10.57713/kallipos-1, Kallipos Open Academic Editions, Athens, 2022.
- Koutsoyiannis, D., and Iliopoulou, T., 2021. Ombrian curves advanced to stochastic modelling of rainfall intensity, *Rainfall: Modeling, Measurement and Applications*, edited by R. Morbidelli, Chapter 9, Elsevier, (in press).
- Koutsoyiannis, D., and Mamassis, N., 2021. From mythology to science: the development of scientific hydrological concepts in the Greek antiquity and its relevance to modern hydrology, *Hydrology and Earth System Sciences*, 25, 2419–2444, doi:10.5194/hess-25-2419-2021.
- Koutsoyiannis, D., and Montanari, A., 2022. Climate extrapolations in hydrology: The expanded Bluecat methodology, *Hydrology*, 9, 86, doi:10.3390/hydrology9050086.
- Koutsoyiannis, D., and Papalexiou, S.M., 2017. Extreme rainfall: Global perspective, *Handbook of Applied Hydrology*, Second Edition, edited by V.P. Singh, 74.1–74.16, McGraw-Hill, New York.
- Koutsoyiannis, D., Efstratiadis, A., and Georgakakos, K., 2007. Uncertainty assessment of future hydroclimatic predictions: A comparison of probabilistic and scenario-based approaches, *Journal of Hydrometeorology*, 8 (3), 261–281, doi:10.1175/JHM576.1.
- Koutsoyiannis, D., Kozonis, D. and Manetas, A., 1998. A mathematical framework for studying rainfall intensity- duration-frequency relationships, *Journal of Hydrology*, 206(1-2), 118-135.
- Kusimastiti, D. I., & Jokowiarno, D. (2012). Time Step Issue in Unit Hydrograph for Improving Runoff Predicrion in Small Catchments. *Journal of water Resource and Protection*.
- Li, J., Heap, A.D., 2008. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. Geoscience Australia, GPO Box 378, Canberra, ACT 2601, Australia.
- Linsley, R. K., M. A. Kohler, and J. L. H. Paulhus, 1975. *Hydrology for Engineers*, 2nd Edition, McGraw-Hill, New York. Ma, Y., Tang, G., Long, D., Yong, B., Zhong, L., Wan, W. and Hong, Y., 2016. Similarity and

error intercomparison of the GPM and its predecessor-TRMM multisatellite precipitation analysis using the best available hourly gauge network over the Tibetan Plateau. Remote Sensing, 8 (7), 569.

Littlewood, I. G., & Croke, b. F. (2010). Data time-step dependency of conceptualrainfall—streamflow model parameters: an empiricalstudy with implications for regionalisation. Hydrological Sciences Journal.

Malamos, N. and Koutsoyiannis, D., 2016a. Bilinear surface smoothing for spatial interpolation with optional incorporation of an explanatory variable. Part 1:Theory, Hydrological Sciences Journal, 61 (3), 519–526, doi:10.1080/02626667.2015.1051980.

Malamos, N. and Koutsoyiannis, D., 2016b. Bilinear surface smoothing for spatial interpolation with optional incorporation of an explanatory variable. Part 2: Application to synthesized and rainfall data. Hydrological Sciences Journal, 61(3), pp.527-540.

Malamos, N. and Koutsoyiannis, D., 2018. Field survey and modelling of irrigation water quality indices in a Mediterranean island catchment: a comparison between spatial interpolation methods. Hydrological Sciences Journal, 63(10), pp.1447-1467.

Maniak, U. (1997). Hydrologie und Wasserwirtschaft.

Manoliadis, O., & Sapchazis, K. (2003). THE ROLE OF TERRAIN CHARACTERISTICS IN FLOOD MANAGEMENT, ATTICA, GREECE. urnal of enviromental Hydrology.

McCuen, R. (2009). Uncertainty analyses of watershed time parameters. Journal of Hydrologic Engineering.

Meinshausen M, Nicholls ZRJ, Lewis J, Gidden MJ, Vogel E, Freund M, Beyerle U, Gessner C, Nauels A, Bauer N, Canadell JG, Daniel JS, John A, Krummel PB, Luderer G, Meinshausen N, Montzka SA, Rayner PJ, Reimann S, Smith SJ, van den Berg M, Velders GJM, Vollmer MK, Wang RHJ. 2020 The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500, Geosci. Model Dev., 13, 3571–3605 (doi:10.5194/gmd-13-3571-2020)

Molini, A., L.G. Lanza and P. La Barbera, 2005. The impact of tipping-bucket raingauge measurement errors on design rainfall for urban-scale applications, Hydrological Processes, 19(5), 1073-1088.

National Resources Conservation Service. (2009). Part 630 Hydrology National Engineering Handbook - Chapter 7 Hydrologic Soil Groups.

National Resources Conservation Service. (2009). Part 630 Hydrology National Engineering Handbook - Chapter 8 Land Use and Treatment Classes.

National Resources Conservation Service. (2009). Part 630 Hydrology National Engineering Handbook - Chapter 9 Hydrologic Soil Cover Complexes.

Natural Resources Conservation Service. (1972). National Engineering Handbook. Natural Resources Conservation Service.

Natural Resources Conservation Service. (1986). Technical Release 55.

Ostrowski, M., Bach, M., DeSimone, S., & Gamerith, V. (χ.χ.). Analysis of time-step dependency of parameters in conceptual hydrological models.

Papalexiou, S.M. and Koutsoyiannis, D., 2013. Battle of extreme value distributions: A global survey on extreme daily rainfall. *Water Resources Research*, 49(1), pp.187-201.

Shehu, B., Willems, W., Stockel, H., Thiele, L.-B., and Haberlandt, U., 2023. Regionalisation of rainfall depth– duration–frequency curves with different data types in Germany. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 27, 1109–1132, <https://doi.org/10.5194/hess-27-1109-2023>.

Sherman, L. (1932). Streamflow from rainfall by the unit graph method. *Eng. News Rec.*

United States of the Interior, Bureau of Reclamation. (1977). *Design of Arch Dams*. Denver.

Αλεξάνδρου, Α.Α., 1932. Το Κλίμα της Θεσσαλονίκης, Επιστημονική Επετηρίς εκδιδόμενη υπό της Σχολής των Φυσικών και Μαθηματικών Επιστημών ΑΠΘ, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος", <http://geolib.geo.auth.gr/index.php/saas>.

Αντωνόπουλος, Κ., και Στυλιανόπουλος, Δ., 1946. Υδρολογικά Παρατηρήσεις, 557 σελ., Υπουργείο Δημοσίων Έργων, Αθήνα (<https://www.itia.ntua.gr/629/>).

Γαλιούνα, Ε. (2011). Διερεύνηση εμπειρικών σχέσεων για την εκτίμηση των πλημμυρικών αιχμών στην Κύπρο.

Δημόπουλος, Δ., & Στεφανάκος, Ι. (2008). Υπερχειλιστές και εκκενωτές πυθμένα στα τέσσερα παλαιότερα φράγματα της ΔΕΗ από σκυρόδεμα.

Ευστρατιάδης, Α., Κουκουβίνος, Α., Μιχαηλίδη, Μ. Ε., Γαλιούνα, Ε., Τζούκα, Α., Κούσης, Α., Κουτσογιάννης, Δ. (2012). ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ - Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού - πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων.

Ευστρατιάδης, Α., Κουτσογιάννης, Δ., Μαμάσης, Ν., Δημητριάδης, Π., & Μαχαίρας, Α. (2012). ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ - Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού - πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων: Βιβλιογραφική επισκόπηση υδρολογίας πλημμυρών και συναφών εργαλείων.

Κουκουβίνος, Α. (2012). ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ - Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού - πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων Γεωγραφικά δεδομένα και επεξεργασίες.

Κουκουβίνος, Α. (2014). Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο υδρολογίας πλημμυρών.

Κουτσογιάννης, Δ., 1997. Στατιστική Υδρολογία, Έκδοση 4, 312 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κουτσογιάννης, Δ. (1988). ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ. Αθήνα.

Κουτσογιάννης, Δ., Ξανθόπουλος, Θ., 1999. Τεχνική Υδρολογία, Έκδοση 3, 418 pages, doi:10.13140/RG.2.1.4856.0888, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κουτσογιάννης, Δ. (2010). Υδρολογική μελέτη ισχυρών βροχοπτώσεων στη λεκάνη του Κηφισού. Αθήνα.

Κουτσογιάννης, Δ., Ευστρατιάδης, Α., Μαμάσης, Ν., Δημητριάδης, Π., & Μαχαίρας, Α. (2013). ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ -Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού-πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων.

Δ. Κουτσογιάννης, Θ. Ηλιοπούλου, Α. Κουκουβίνος, Ν. Μαλάμος, Ν. Μαμάσης, Π. Δημητριάδης, Ν. Τεπετίδης, και Δ. Μαρκαντώνης, Technical Report, Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας (εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα), Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2023.
(<https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/2273/>)

ΥΠΕΝ/ΕΓΥ, 2016. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΧΩΡΑΣ,
https://floods.ypeka.gr/egyFloods/IDF/IDF_Report_V4.pdf